



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101983900000025
Data Deposito	20/07/1983
Data Pubblicazione	20/01/1985

Priorità	400416
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	21-JUL-82

Titolo

PELICOLA DI POLIETILENE LINEARE A BASSA DENSITA' E RELATIVO PROCEDIMENTO DI PREPARAZIONE

DOCUMENTAZIONE RILEGATA

"PELLOCOLA DI POLIETILENE LINEARE A BASSA DENSITA' E RELATIVO PROCEDIMENTO DI PREPARAZIONE".

CLOPAY CORPORATION,

a Cincinnati, Ohio (U.S.A.)

Inventori designati: Leopoldo V. CANCIO, James N. FITZSIMMONS, Robert M.

MORTELLITE e Pai-Chuan WU.

Depositata il 20 LUG. 1983

al No.

22158A/83

* * * * *

RIASSUNTO

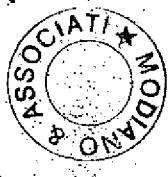
Un procedimento per produrre una pellicola di polietilene lineare a bassa densità (LLDPE) mediante estrusione con filiera a fessura partendo da un estruso presentante una tendenza intrinseca alla risonanza di stiro per cui si elimina la risonanza di stiro nella produzione della pellicola ad alte velocità. Si ottiene pellicola di spessore commercialmente uniforme e dotata di una resistenza meccanica sensibilmente superiore rispetto a pellicole ottenute mediante estrusione con bocchettone convenzionale di LLPE.

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda una pellicola di polietilene lineare a bassa densità ed il relativo procedimento di preparazione.

La pellicola o materiale in foglio termoplastico si è largamente diffuso nella fabbricazione di molti articoli utili. Di particolare utilità la pellicola termoplastica si è dimostrata nel settore del materiale di copertura, come ad esempio pellicola per tovagliati e coperture per tavoli di sala operatoria, a motivo, fra le altre proprietà, della caratteristica della pellicola di plastica di costituire una barriera contro





l'umidità. Pellicola sottile di questo tipo viene tipicamente prodotta mediante estrusione, i due procedimenti generali di estrusione della pellicola essendo l'estrusione in tubolare soffiato e l'estrusione con filiera a fessura.

Nel procedimento a bocchettone a fessura per la produzione di pellicola termoplastica, l'estruso di plastica riscaldato o fusione, costituito tipicamente da polietilene, polipropilene e loro copolimeri, viene estruso fuori di una stretta fessura in un bocchettone allungato. La pellicola piatta viene generalmente prodotta in larghezze considerevoli su macchine relativamente grandi che operano a tassi di produzione elevati dell'ordine di 300-1000 o più piedi al minuto (91,44-304,8 metri/minuto). L'estruso caldo che viene estruso in forma di nastro dalla filiera a fessura viene tirato e stirato attraverso un intervallo d'aria nello spessore e nella larghezza nominali desiderati mediante rulli stiratori che formano a questo scopo una presa. I rulli di presa possono inoltre servire come mezzi di goffratura o calandratura della pellicola, se si desidera conferire alla pellicola stessa particolari grane o caratteristiche e proprietà superficiali. Tipicamente, la pellicola passa quindi dai rulli di presa ad un rullo raffreddatore dove viene raffreddata e consolidata, e di qui ad un rullo di avvolgimento.

Noto è l'impiego di polietilene lineare a bassa densità come componente polimerica nell'estrusione di pellicola mediante bocchettone a fessura. La densità di questo polimero varia di regola fra circa 0,915 e 0,940 g/cm³. Il polietilene lineare a bassa densità, (in seguito definito talvolta semplicemente LLDPE) nella presente accezione significa polietilene con scarsa o



nessuna ramificazione a catena lunga, e con ramificazione a catena corta di un ordine di grandezza necessario ad ottenere la densità desiderata, attualmente, per esempio, inferiore a $0,940 \text{ g/cm}^3$ circa. Per esempio, una densità comune per l'LLDPE usato in pellicola per tovagliati è $0,926 \text{ g/cm}^3$, mentre per coperture di tavolo di sala operatoria è di $0,918 \text{ g/cm}^3$. Il polietilene lineare a bassa densità si è reso desiderabile in quanto presenta un buon bilancio di proprietà meccaniche in forma pellicolare, particolarmente, per il suo carico di rottura, la sua resistenza all'urto, la sua resistenza allo scoppio e le sue caratteristiche di resistenza allo strappo.

Un grave inconveniente nell'impiego dell'LLDPE è dato dalla sua suscettibilità alla risonanza di stiro ad un tasso di tiro o avvolgimento relativamente basso, tipicamente ad un tasso di avvolgimento di circa 40 piedi (12,192 m) al minuto ed oltre. La risonanza di stiro è un fenomeno che si associa ai movimenti di stiro e che si manifesta con il verificarsi di fluttuazioni periodiche nello spessore dell'estruso mentre viene tirato. La risonanza di stiro è prevalentemente in funzione del tasso di avvolgimento come pure del rapporto di stiro, il rapporto di stiro essendo il rapporto fra la larghezza della fessura del bocchettone e lo spessore della pellicola. Per quanto riguarda quest'ultima, per un dato estruso di polietilene lineare a bassa densità, è prevedibile che la risonanza di stiro risulti più accentuata nel tirare uno spessore più basso della pellicola, e che la sua comparsa si verifichi ad una velocità di tiro più bassa, che non in una pellicola di spessore maggiore.

Una pellicola che manifesti risonanza di stiro può presentare



variazioni di spessore nominale dell'ordine di $\pm 5\%$, ed oltre, che si considera commercialmente insoddisfacente. Dette variazioni di spessore compromettono l'uniformità del prodotto e riducono l'affidabilità e la commerziabilità della pellicola. Di conseguenza LLDPE che è stato prodotto mediane convenzionali tecniche di estrusione con bocchettone a fessura è stato tirato a tassi di avvolgimento inferiori al punto critico al quale compare la risonanza di stiro in cui si ha di solito una velocità di produzione che va da 30 a 40 piedi (9,144-12,192 m) al minuto. Si tratta di un fattore che limita gravemente la produttività.

Si avverte perciò nel settore la necessità di un procedimento per la produzione di pellicola di LLDPE mediante tecniche di estrusione con filiera a fessura, a tassi di tiro relativamente elevati con sostanziale eliminazione della risonanza di stiro nell'estruso per ottenere in tal modo una pellicola termoplastica di spessore nominale uniforme entro la gamma dell'accettabilità commerciale.

Scopo precipuo della presente invenzione è quello di produrre una pellicola termoplastica uniforme impiegando polietilene lineare a bassa densità tirato a tassi di avvolgimento superiori a 40 piedi (12,192 m) al minuto, il punto al quale la risonanza di stiro si verifica tipicamente con convenzionali apparecchiature di estrusione mediante filiera a fessura. In particolare, scopo della presente invenzione è quello di produrre una pellicola siffatta a velocità di avvolgimento elevatissime dell'ordine di parecchie centinaia di piedi (1 piede = 0,3048 m) al minuto, ed oltre, senza che nell'estruso tirato abbia a comparire la risonanza di stiro.

A questo fine, si è scoperto che è possibile ottenere la sostan-



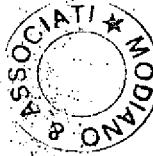
ziale eliminazione della risonanza di stiro in estruso di LLDPE mediante riduzione dell'intervallo di tiro fra il bocchettone a fessura e il rullo ad i rulli di tiro. In particolare, si è riscontrato che un intervallo di tiro che va da zero circa ad oltre sei pollici (152,4 mm) circa fra la fessura del bocchettone di estrusione ed il rullo di tiro, consente di tirare la pellicola di LLDPE a velocità di parecchie centinaia di piedi (1 piede = 0,3048 m) al minuto con scostamenti di spessore che rientrano ampiamente nelle tolleranze commerciali di uniformità.

Inoltre, e sorprendentemente, è stato scoperto che la pellicola di LLDPE prodotta con il procedimento secondo l'invenzione risulta più robusta di un ordine di grandezza sensibile sia nella direzione della macchina che in direzione trasversale. Queste scoperte ed altri vantaggi della presente invenzione appariranno più chiaramente comprensibili alla luce della descrizione che segue.

Nella forma preferita di attuazione dei principi della presente invenzione, un'apparecchiatura convenzionale di estrusione, con bocchettone per la produzione di pellicola per tovagliati e atta a fornire un intervallo di tiro che va approssimativamente da zero a circa sei pollici (152,4 mm) circa per esempio di un pollice (25,4 mm). Un primo rullo cooperante con una lama d'aria, serve a tirare l'estruso allo spessore e alla larghezza nominali desiderati. L'estruso di LLDPE viene estruso ad una temperatura superiore alla sua temperatura di cristallizzazione. La distanza fra la fessura del bocchettone (in seguito definita talvolta semplicemente fessura bocchettone ed il primo rullo costituisce l'intervallo di tiro critico. Nella forma di attuazione preferita con lama d'aria, l'intervallo

è costituito dalla distanza fra la fessura e la presa formata dal rullo e dalla lama d'aria agenti sul nastro di LLDPE. Il rullo di tiro viene fatto funzionare senza applicazione di calore oppure ad una temperatura elevata, particolarmente ai fini di una successiva goffratura. Il rullo di tiro è rivestito preferibilmente di un politetrafluoroetilene per offrire migliori caratteristiche di stacco della pellicola. In corrispondenza del rullo di tiro l'LLDPE cristallizza e si è riscontrato che il breve intervallo di tiro garantisce i vantaggi della presente invenzione.

Dopo il rullo di tiro, la pellicola può essere introdotta nella presa costituita da un rullo di goffratura che coopera con un rullo di gomma per formare un sistema di goffratura atto a goffrare la superficie della pellicola secondo una grana desiderata. Un rullo raffreddatore viene quindi impiegato per raffreddare e consolidare la pellicola dopo che questa sia stata fatta passare attraverso il sistema dei rulli di goffratura, la pellicola venendo infine avvolta su un rullo di avvolgimento. In tal modo, secondo la presente invenzione, l'estruso di LLDPE viene riscaldato ad una temperatura superiore alla sua temperatura di cristallizzazione ed estruso attraverso il bocchettone a fessura. All'atto stesso dell'introduzione nel breve intervallo mantenuto fra la filiera a fessura e la presa di tiro l'LLDPE viene tirato così da formare la pellicola di spessore e larghezza desiderati. Usando questa tecnica di tiro breve, il 100% di pellicola di LLDPE della larghezza di 32 pollici (81,28 cm) e con spessore di 1 mil (0,0254 mm) è stato tirato ad una velocità di 570 piedi (173,736 m) al minuto con scostamenti appena percettibili dallo spessore nominale.
Per le applicazioni commerciali, qualsiasi tasso di avvolgimento di circa



300 piedi (91,44 m) al minuto ed oltre, viene considerato perfettamente accettabile.

Sebbene la presente invenzione risolva il problema della risonanza di stiro nell'estruzione con bocchettone a fessura di pellicola di LLDPE tirate ad alti tassi di avvolgimento, un'esatta chiarificazione dei motivi per cui la tecnica a tiro breve risulta tanto efficace non è ancora disponibile. L'eliminazione della risonanza di stiro mediante una zona di tiro breve risulta del tutto sorprendente. Ci si aspetterebbe logicamente che una zona di tiro più lunga, che consenta alla deformazione di essere distribuita entro un intervallo di tempo più lungo, sia da preferire e meno esigente in fatto di adattamento del reticolo molecolare. Anche il miglioramento delle proprietà fisiche giunge del tutto inaspettato. Si sarebbe propensi a prevedere che il tempo più lungo di permanenza disponibile in un processo di tiro lungo consenta al reticolo molecolare di scaricare le deformazioni imposte dal processo di estrusione e porti ad un orientamento più casuale (isotropico) tipico di pellicole più robuste. In entrambi i casi si è verificato il contrario, e il tiro breve ha portato alla totale eliminazione della risonanza di stiro e ad una pellicola notevolmente robusta.

Come citato più sopra, un'altra conseguenza ed un altro vantaggio collaterali ed imprevisti di questa tecnica di tiro breve è che la pellicola di LLDPE presenta proprietà di trazione significativamente migliori di quelle della pellicola realizzata mediante un processo convenzionale. Anche questo fenomeno non è perfettamente chiaro, ma si conseguono proprietà tensili superiori sia nella direzione della macchina, che nella direzione

trasversale, le quali superano di gran lunga qualsiasi caratteristica tensile ottenuta con processi convenzionali di produzione di pellicola mediante estrusione con bocchettone a fessura.

Questi ed altri vantaggi della presente invenzione appariranno più evidenti facendo riferimento ai disegni, dove:

- la figura 1 è una vista schematica in prospettiva di un'apparecchiatura illustrante una tecnica per tirare una pellicola di LLDPE secondo la presente invenzione, includente rulli di goffratura ed un rullo di avvolgimento;
- la figura 2 è una vista schematica in elevazione illustrante il posizionamento relativo della filiera a fessura, del rullo di tiro e della lama d'aria dell'apparecchiatura di figura 1;
- la figura 3 è un grafico che pone in relazione la resistenza a trazione con il tenore in peso di polietilene lineare a bassa densità dell'estruso per una pellicola spessa 1 mil (0,0254 mm) avente una densità di $0,935 \text{ g/cm}^3$, in cui il resto del contenuto della pellicola è costituito da polietilene a bassa densità;

La figura 4 è una vista schematica in elevazione illustrante una altra tecnica di tiro e goffratura della pellicola termoplastica secondo la presente invenzione.

Scopo primario della presente invenzione è quello di eliminare sostanzialmente la risonanza di stiro che si verifica tipicamente quando un estruso contenente polietilene lineare a bassa densità, oppure mescole di LLDPE con polietilene, polipropilene oppure loro copolimeri, viene tirato per realizzare una pellicola termoplastica a velocità di avvolgimento



superiori a 40 piedi (12,192 m) al minuto circa. Uno scopo collaterale della presente invenzione è di produrre in tal modo una pellicola termoplastica con spessore effettivo sostanzialmente uniforme rientrante nelle tolleranze commerciali, e che presenti inoltre caratteristiche tensili perfezionate che non sono ottenibili con alcuna estrusione convenzionale con bocchettone a fessura o magari anche con processi convenzionali di produzione della pellicola a tubolare soffiato. La descrizione dettagliata che segue, da prender si in esame congiuntamente agli annessi disegni, illustra le peculiari tà ed in vantaggi del processo e del prodotto ottenuto con tale processo secondo la presente invenzione.

Si intende che certi valori dell'estruso, certe condizioni operative dell'apparecchiatura per la produzione della pellicola ed i parametri reali della pellicola qui usati nella compilazione dei dati descritti, siano ciascuno rappresentativo di un intervallo entro il quale si prevede che la presente invenzione sia efficace. Per esempio, la densità dell'estruso contenente polietilene lineare a bassa densità non si limita alla densità specifica utilizzata nella compilazione dei dati che seguono, in quanto la tecnica di tiro breve per l'eliminazione della risonanza di stiro si prevede risulti vantaggiosa entro tutto l'intervallo di densità del polietilene lineare a bassa densità impiegato commercialmente. Analogamente, la percentuale reale di polietilene lineare a bassa densità che costituisce l'estruso è anch'essa variabile. Non diversamente, lo spessore nominale della pellicola prodotta in conformità agli insegnamenti della presente invenzione non si limita ad alcun valore specifico, cioè lo spes sore di un mil (0,0254 mm) qui usato è puramente rappresentativo di uno



spessore comune della pellicola per tovagliati.

Tenendo presente quanto sopra, si fa ora riferimento alle figure 1 e 2 che rappresentano in forma schematica un impianto per tirare e goffrare pellicola termoplastica in conformità ai principi della presente invenzione. L'apparecchiatura di tiro e goffratura è indicata complessivamente con 9. Un estruso riscaldato, o fusione, descritto più dettagliatamente in seguito, viene alimentato ad un estruso con bocchettone a fessura 10 da una sorgente opportuna (non mostrata) e viene estruso attraverso una fessura del bocchettone 11 allungata, ad assumere la forma di un nastro 12. Il nastro 12 viene tirato orizzontalmente attraverso un intervallo di tiro 13 accorciato mediante il rullo di tiro D. Il rullo di tiro D coopera con una lama d'aria 14 per definire quello che è in effetti una "presa di tiro" attraverso la quale viene fatto passare il nastro 12. La presa così ottenuta serve a tirare il nastro estruso 12 in una pellicola 15 dello spessore e della larghezza nominali desiderati. L'intervallo di tiro 13 ha lunghezza X sostanzialmente costante, misurata perpendicolarmente dalla fessura del bocchettone 11 alla presa di tiro.

La pellicola 15 passa successivamente dal rullo di tiro D ad un sistema di rulli goffratori. Uno dei rulli è un rullo di acciaio S presentante una superficie goffrata, per esempio mediante procedimenti di incisione convenzionali, con un disegno desiderato che deve essere impartito alla pellicola 15. L'altro rullo del sistema di rulli di goffratura è un rullo resiliente o di gomma R che presenta una superficie resiliente per coagrire con il rullo di acciaio non resiliente S quando nella pellicola 15 viene impresso il disegno del rullo di acciaio. La velocità periferica



dei rulli di gomma e di acciaio viene mantenuta ad un valore pari o leggermente superiore a quello della velocità del rullo di tiro D, onde effettuare un buon distacco della pellicola dal rullo di tiro D.

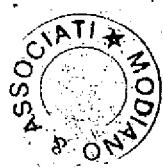
La pellicola goffrata procede dal sistema di rulli di goffratura ad un rullo di avvolgimento o di raccolta T. Il rullo di avvolgimento T può essere analogamente fatto funzionare ad una velocità periferica commensurata a quella del sistema di goffratura e del rullo di tiro per prevenire un eventuale ulteriore stiro della pellicola che a questo punto è goffrata; in alternativa, il rullo di avvolgimento T può essere fatto girare ad una velocità periferica superiore a quella dei rulli di goffratura per stirare così la pellicola 15. Un rullo raffreddatore (non mostrato) può essere impiegato in un punto intermedio al sistema di rulli di goffratura e rullo di avvolgimento T, se si rende indispensabile il raffreddamento ed il consolidamento della pellicola dopo che sia stata fatta passare attraverso il sistema dei rulli di goffratura.

Coerentemente alle scoperte della presente invenzione, la lunghezza X dell'intervallo di tiro viene mantenuta a non più di sei pollici (11,24 cm) circa. Con l'intervallo di tiro 13 così accorciato, un estruso contenente polietilene lineare a bassa densità può essere tirato in pellicola a velocità di avvolgimento che superano largamente i 40 piedi (101,6 cm) al minuto, quest'ultimo tasso rappresentando il tasso approssimato al quale le convenzionali tecniche di estrusione mediante tiro attraverso il bocchettone a fessura accusano la risonanza di stiro nell'estruso. La risonanza di stiro nell'estruso di LLDPE viene perciò eliminata a tutti gli effetti pratici mediante l'accorciamento dell'intervallo di tiro.



In una tecnica preferita per la produzione della pellicola 15 secondo la presente invenzione, LLDPE facente parte di una fusione viene riscaldato ad una temperatura superiore alla sua temperatura di cristallizzazione che è approssimativamente di 230°F (110°C), come pure alla temperatura di fusione dell'estruso che si aggira tipicamente sui 252°F (122,2°C). Una temperatura della fusione di circa 375-450°F (190,5-232,2°C) è stata impiegata vantaggiosamente. Il bocchettone 10 e la fessura 11 del bocchettone sono mantenuti ad una temperatura elevata, generalmente prossima a 500°F (260°C) circa.

La particolare resina di polietilene lineare a bassa densità impiegata in questo caso è posta in commercio sotto la denominazione di Dowlex 2037 e presenta un indice di fusione (melt index) di 2,5 g/10 min. ed una densità di 0,935 g/cm³. Come indicato più sopra, la fusione può comprendere una mescola di materiali termoplastici con il polietilene lineare a bassa densità, quale un polimero scelto nel gruppo del polietilene, polipropilene e loro copolimeri. Con il Dowlex 2037 si è dimostrata vantaggiosa la presenza di una distanza X dell'intervallo di tiro pari a un pollice (2,54 cm) circa, l'estruso venendo tirato per questa distanza in una pellicola con spessore nominale approssimativamente pari a 1 mil (0,0254 mm), che corrisponde ad uno spessore tipico per pellicole del tipo per tovagliati. Ai fini della successiva goffratura della pellicola, ad esempio mediante i rulli goffratori R ed S, il rullo di tiro D presenta una temperatura superficiale mantenuta nell'intervallo di circa 230-260°F (110-126,7°C). Il rullo di tiro D è preferibilmente rivestito di politetrafluoroetilene per offrire una migliore caratteristica di stacco della pellicola. Il si-



stema dei rulli di goffratura si avvale di un rullo di gomma R raffreddato ad acqua e di un rullo di acciaio S di goffratura che presenta una temperatura superficiale mantenuta nell'intervallo fra circa 80 e 110°F (26,7-43,3°C) se non si desidera stiro e a circa 160°F (71,1°C) con lo stiro.

Adottando il procedimento di estrusione a tiro breve con l'apparecchiatura di cui sopra predisposta come descritto per la successiva goffratura della pellicola, i dati di estrusione che riflettono la velocità di avvolgimento di tiro del rullo di tiro D e la larghezza della pellicola 15 così prodotta, sono stati ottenuti usando una fusione di polietilene lineare a bassa densità al 100% tirato in una pellicola di un mil (0,0254 mm) senza che si verificasse risonanza di stiro. Sono stati adottate velocità di tiro dell'ordine di circa 250-570 piedi/min. (76,2-173,736 m/min) e sono state tirate larghezze di pellicola che andavano da circa 32 a circa 40 pollici (81,28-101,6 cm). Un tasso di tiro di parecchie centinaia di piedi al minuto (1 piede = 0,3048 m) con variazioni di spessore puramente nominali viene giudicato un tasso commercialmente accettabile per la produzione di pellicola incorporante polietilene lineare a bassa densità.

Un vantaggio insolito e sorprendente della tecnica di tiro breve è che la pellicola prodotta presenta caratteristiche tensili sensibilmente migliori di quelle di una pellicola equivalente ottenuta con processi quali un'estrusione convenzionale o con bocchettone a fessura con tiro più lungo. Con riferimento al grafico della figura 3, le caratteristiche meccaniche della pellicola del tipo per tovagliati spessa un mil (0,0254 mm) ricavata da fusioni presentanti un tenore in peso di polietilene lineare

a bassa densità variabile e prodotta con la tecnica di tiro breve, vi compaiono evidenziate. Il grafico qui riportato è stato tracciato usando mescole di LLDPE e LDPE. Il carico di rottura delle pellicole prodotte, misurato in libbre/pollice², è riportato per la direzione di macchina (MD, linea punteggiata), la direzione trasversale (CD, linea a tratto e punto) e ad un allungamento del 25% nella direzione di macchina (25% MD, linea continua). Questi carichi di rottura riflettono il punto al quale la pellicola si spezza o rompe. Come è mostrato in questo grafico, pellicola di polietilene lineare a bassa densità al 100% ottenuta con la presente tecnica e avente una densità media di 0,935 ed uno spessore di un mil (0,0254 mm), presenta un carico di rottura nella direzione di macchina pari a circa 6 libbre/pollice (2,724 kg/2,54 cm) di larghezza nella direzione di macchina, 4,4 libbre/pollice (1,9976 kg/2,54 cm) di larghezza nella direzione trasversale, e 2,4 libbre/pollice (1,0896 kg/2,54 cm) di larghezza al 25% di allungamento nella direzione di macchina. Queste misurazioni tensili, come mostrato nel grafico e nella tabella che segue, sono state ottenute con una striscia di pellicola larga un pollice (2,54 cm). In generale, i vantaggiosi risultati conseguiti con il presente procedimento risultano particolarmente evidenti nelle mescole di estruso contenenti almeno il 30% in peso di LLDPE.

Con riferimento alla tabella che segue, le caratteristiche tensili della pellicola tirata corta della presente invenzione, formata ad elevate velocità di avvolgimento, vengono confrontate con quelle di una convenzionale pellicola estrusa con bocchettone a fessura partendo da un identico estruso di LLDPE spesso un mil (0,0254 mm), in cui sono stati adottati una



bassa velocità di avvolgimento di 30 piedi/min. (9,144 m/min.) ed un intervallo convenzionale di circa 9 pollici (22,86 cm.).

Carico di rottura Estrusione con bocchettone a fessura Secondo l'invenzione convenzionale (libbre/pollice di larghezza) (libbre/pollice di larghezza)

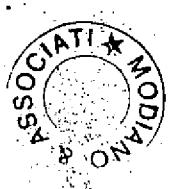
MD	3,9 (1,7706 kg/2,54 cm)	6 (2,721 kg/2,54 cm)
CD	3,5 (1,589 kg/2,54 cm)	4,4 (1,9976 kg/2,54 cm)

Come indicato, i carichi di rottura della pellicola tirata corta nella filiera a fessura secondo l'invenzione sono sensibilmente o sorprendentemente migliori sia nella direzione di macchina (MD) che nella direzione trasversale (CD) rispetto a quelli ottenibili con la convenzionale tecnica a bocchettone a fessura. Inoltre, mentre la resistenza nella MD per il convenzionale è dell'11% maggiore che nella CD, con la pellicola di LLDPE secondo l'invenzione si ha una resistenza nella MD maggiore del 36%.

Si noterà inoltre che la pellicola prodotta con la tecnica di tiro breve secondo l'invenzione presenta caratteristiche tensili superiori anche rispetto a pellicola soffiata ricavata da un identico estruso.

La pellicola prodotta con la tecnica di tiro breve risulta pertanto superiore per qualità tensili sia alla convenzionale pellicola colata che alla pellicola soffiata formata partendo da un identico estruso.

La descrizione sopra fornita della tecnica di tiro breve per la produzione di una pellicola termoplastica secondo i principi della presente invenzione si deve intendere in senso illustrativo e non restrittivo. Apparirà ovvio come esistano altre forme equivalenti dell'invenzione che impiegano le vantaggiose proprietà ed i vantaggiosi risultati conseguiti dalla presente invenzione senza scostarsi dal suo spirito e dal suo ambito. Per esempio, con riferimento alla figura 4, compare una forma di



attuazione alternativa per la formazione di una pellicola termoplastica secondo la presente invenzione con successiva goffratura. In questa seconda forma di attuazione, il rullo di tiro D descritto in relazione alla forma di attuazione precedentemente discussa, è stato tolto dall'apparecchiatura. Il rullo goffratore di acciaio S interviene in questo caso sia per tirare l'estruso dal bocchettone a fessura 10 attraverso una presa costituita con la lama d'aria 14, che a goffrare quindi la pellicola 15 così formata imprimendo su di essa un disegno in cooperazione con il rullo di gomma R. Il rullo di avvolgimento T provvede successivamente ad avvolgere la pellicola goffrata 15. Altre varianti si prospetteranno inoltre agli esperti del ramo.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la produzione di un tratto di pellicola termoplastica, comprendente le fasi di: estrusione di un estruso comprendente polietilene lineare a bassa densità suscettibile di risonanza di stiro ad alte velocità di tiro allorchè fatto passare attraverso un bocchettone a fessura in forma di nastro, l'estruso avendo una temperatura superiore alla sua temperatura di cristallizzazione, disposizione di un rullo di tiro per il nastro adiacente alla fessura del bocchettone per produrre in tal modo un intervallo di tiro breve non superiore a sei pollici (15,24 cm) circa, tiro del nastro in una pellicola con il rullo di tiro, la pellicola venendo prodotta a velocità di avvolgimento superiori a 40 piedi al minuto (12,192 m/min.), e mantenimento dell'intervallo di tiro breve a dette velocità, per cui si forma in continuità una pellicola e si elimina sostanzialmente la risonanza di stiro nel nastro.



2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, includente inoltre una lama d'aria usata congiuntamente al rullo di tiro per formare l'intervallo di tiro entro il quale il nastro viene introdotto per essere ridotto ad una pellicola.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, includente inoltre la fase di goffratura della pellicola con una rullo goffratore ed un rullo di gomma che coopera per goffrare in tal modo la superficie della pellicola secondo una grana desiderata.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, in cui la superficie del rullo di tiro viene mantenuta ad una temperatura atta a provocare la cristallizzazione della pellicola sul rullo di tiro.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 4, in cui la temperatura del rullo di tiro viene mantenuta nell'intervallo che va da circa 230°F a circa 260°F (110-126,7°C).

6. Procedimento secondo la rivendicazione 3, in cui il rullo di tiro è rivestito di politetrafluoroetilene.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'intervallo di tiro è di circa un pollice (25,4 mm).

8. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'estruso comprende una mescola di polietilene lineare a bassa densità e polietilene a bassa densità.

9. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'estruso comprende inoltre un polimero scelto nel gruppo del polietilene, polipropilene e loro copolimeri.

10. Procedimento secondo la rivendicazione 9, in cui l'estruso è



costituito per almeno il 30% circa in peso da polietilene lineare a bassa densità.

11. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'estruso è polietilene lineare a bassa densità al 100%.

12. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui la pellicola viene tirata ad un tasso approssimativo di parecchie centinaia di piedi al minuto (1 piede = 0,3048 m).

13. Tratto di pellicola termoplastica prodotto con il procedimento secondo la rivendicazione 1.

14. Pellicola termoplastica secondo la rivendicazione 13, in cui l'estruso è costituito per almeno il 30% circa in peso da polietilene lineare a bassa densità.

15. Pellicola termoplastica secondo la rivendicazione 13, in cui l'estruso comprende inoltre un polimero scelto nel gruppo del polietilene, polipropilene e loro copolimeri.

16. Procedimento per produrre un tratto di pellicola termoplastica, la pellicola termoplastica costituita da polietilene lineare a bassa densità avendo tendenza alla risonanza di stiro allorchè tirata da un bocchettone a fessura in una pellicola ad alta velocità, comprendente le fasi di: riscaldamento di una fusione contenente polietilene lineare a bassa densità ad una temperatura superiore alla temperatura di cristallizzazione del polietilene lineare a bassa densità, estrusione della fusione attraverso un bocchettone a fessura in forma di nastro, tiro del nastro attraverso una presa, la presa essendo definita in parte da un rullo di tiro, per cui il nastro viene tirato in una pellicola, l'intervallo di tiro fra

la presa e la fessura del bocchettone non essendo superiore a sei pollici (15,24 cm) circa, e azionamento del rullo di tiro in modo da produrre pellicola con spessore nominale commercialmente uniforme ad un tasso approssimativo di parecchie centinaia di piedi al minuto (1 piede = 0,3048 m), per cui la riduzione dell'intervallo di tiro fra la fessura del bocchettone e la presa elimina sostanzialmente la risonanza di stiro nel nastro.

17. Procedimento secondo la rivendicazione 16, in cui il polietilene lineare a bassa densità comprende almeno il 30% circa in peso dell'estruso.

18. Procedimento secondo la rivendicazione 17, in cui la pellicola prodotta ha uno spessore nominale di un mil (0,0254 mm) circa.

19. Tratto di pellicola termoplastica prodotto con il procedimento secondo le rivendicazioni 16, 17 o 18.

Il Mandatario:

- Dr. Ing. G. Modiano -



21 luglio 1982

- I -

76032/TUJ/1RM

4adul6

"PELICOLA DI POLIETILENE LINEARE A BASSA DENSITA' E RELATIVO PROCEDIMENTO DI PREPARAZIONE".

CLOPAY CORPORATION,

a Cincinnati, Ohio (U.S.A.)

Inventori designati: Leopoldo V. CANCIO, James N. FITZSIMMONS, Robert M.

MORTELLITE e Pai-Chuan WU.

Depositata il

al No.

* * * * *

RIASSUNTO DELLA DESCRIZIONE

Un procedimento per produrre una pellicola di polietilene lineare a bassa densità (LLDPE) mediante estrusione con filiera a fessura partendo da un estruso presentante una tendenza instrinseca alla risonanza di stiro per cui si elimina la risonanza di stiro nella produzione della pellicola ad alte velocità. Si ottiene pellicola di spessore commercialmente uniforme e dotata di una resistenza meccanica sensibilmente superiore rispetto a pellicole ottenute mediante estrusione con bocchettone convenzionale di LLPE.

Breve dell'invenzione

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda una pellicola di polietilene lineare a bassa densità ed il relativo procedimento di preparazione.

La pellicola o materiale in foglio termoplastico si è largamente diffuso nella fabbricazione di molti articoli utili. Di particolare utilità la pellicola termoplastica si è dimostrata nel settore del materiale di copertura, come ad esempio pellicola per tovagliati e coperture per tavoli di sala operatoria, a motivo, fra le altre proprietà, della caratteristica della pellicola di plastica di costituire una barriera contro

l'umidità. Pellicola sottile di questo tipo viene tipicamente prodotta mediante estrusione, i due procedimenti generali di estrusione della pellicola essendo l'estrusione in tubolare soffiato e l'estrusione con filiera a fessura.

Nel procedimento a bocchettone a fessura per la produzione di pellicola termoplastica, l'estruso di plastica riscaldato o fusione, costituito tipicamente da polietilene, polipropilene e loro copolimeri, viene estruso fuori di una stretta fessura in un bocchettone allungato. La pellicola piatta viene generalmente prodotta in larghezze considerevoli su macchine relativamente grandi che operano a tassi di produzione elevati dell'ordine di 300-1000 o più piedi al minuto (91,44-304,8 metri/minuto). L'estruso caldo che viene estruso in forma di nastro dalla filiera a fessura viene tirato e stirato attraverso un intervallo d'aria nello spessore e nella larghezza nominali desiderati mediante rulli stiratori che formano a questo scopo una presa. I rulli di presa possono inoltre servire come mezzi di goffratura o calandratura della pellicola, se si desidera conferire alla pellicola stessa particolari grane o caratteristiche e proprietà superficiali. Tipicamente, la pellicola passa quindi dai rulli di presa ad un rullo raffreddatore dove viene raffreddata e consolidata, e di qui ad un rullo di avvolgimento.

Noto è l'impiego di polietilene lineare a bassa densità come componente polimerica nell'estrusione di pellicola mediante bocchettone a fessura. La densità di questo polimero varia di regola fra circa 0,915 e 0,940 g/cm³. Il polietilene lineare a bassa densità, (in seguito definito talvolta semplicemente LLDPE) nella presente accezione significa polietilene con scarsa o

nessuna ramificazione a catena lunga, e con ramificazione a catena corta di un ordine di grandezza necessario ad ottenere la densità desiderata, attualmente, per esempio, inferiore a $0,940 \text{ g/cm}^3$ circa. Per esempio, una densità comune per l'LLDPE usato in pellicola per tovagliati è $0,926 \text{ g/cm}^3$, mentre per coperture di tavolo di sala operatoria è di $0,918 \text{ g/cm}^3$. Il polietilene lineare a bassa densità si è reso desiderabile in quanto presenta un buon bilancio di proprietà meccaniche in forma pellicolare, particolarmente, per il suo carico di rottura, la sua resistenza all'urto, la sua resistenza allo scoppio e le sue caratteristiche di resistenza allo strappo.

Un grave inconveniente nell'impiego dell'LLDPE è dato dalla sua suscettibilità alla risonanza di stiro ad un tasso di tiro o avvolgimento relativamente basso, tipicamente ad un tasso di avvolgimento di circa 40 piedi (12,192 m) al minuto ed oltre. La risonanza di stiro è un fenomeno che si associa ai movimenti di stiro e che si manifesta con il verificarsi di fluttuazioni periodiche nello spessore dell'estruso mentre viene tirato. La risonanza di stiro è prevalentemente in funzione del tasso di avvolgimento come pure del rapporto di stiro, il rapporto di stiro essendo il rapporto fra la larghezza della fessura del bocchettone e lo spessore della pellicola. Per quanto riguarda quest'ultima, per un dato estruso di polietilene lineare a bassa densità, è prevedibile che la risonanza di stiro risulti più accentuata nel tirare uno spessore più basso della pellicola, e che la sua comparsa si verifichi ad una velocità di tiro più bassa, che non in una pellicola di spessore maggiore.

Una pellicola che manifesti risonanza di stiro può presentare

variazioni di spessore nominale dell'ordine di +5%, ed oltre, che si considera commercialmente insoddisfacente. Dette variazioni di spessore compromettono l'uniformità del prodotto e riducono l'affidabilità e la commerciabilità della pellicola. Di conseguenza LLDPE che è stato prodotto mediante convenzionali tecniche di estrusione con bocchettone a fessura è stato tirato a tassi di avvolgimento inferiori al punto critico al quale compare la risonanza di stiro in cui si ha di solito una velocità di produzione che va da 30 a 40 piedi (9,144-12,192 m) al minuto. Si tratta di un fattore che limita gravemente la produttività.

Si avverte perciò nel settore la necessità di un procedimento per la produzione di pellicola di LLDPE mediante tecniche di estrusione con filiera a fessura, a tassi di tiro relativamente elevati con sostanziale eliminazione della risonanza di stiro nell'estruso per ottenere in tal modo una pellicola termoplastica di spessore nominale uniforme entro la gamma dell'accettabilità commerciale.

Sommario della Invenzione

Scopo precipuo della presente invenzione è quello di produrre una pellicola termoplastica uniforme impiegando polietilene lineare a bassa densità tirato a tassi di avvolgimento superiori a 40 piedi (12,192 m) al minuto, il punto al quale la risonanza di stiro si verifica tipicamente con convenzionali apparecchiature di estrusione mediante filiera a fessura. In particolare, scopo della presente invenzione è quello di produrre una pellicola siffatta a velocità di avvolgimento elevatissime dell'ordine di parecchie centinaia di piedi (1 piede = 0,3048 m) al minuto, ed oltre, senza che nell'estruso tirato abbia a comparire la risonanza di stiro.

A questo fine, si è scoperto che è possibile ottenere la sostan-

ziale eliminazione della risonanza di stiro in estruso di LLDPE mediante riduzione dell'intervallo di tiro fra il bocchettone a fessura e il rullo ad i rulli di tiro. In particolare, si è riscontrato che un intervallo di tiro che va da zero circa ad oltre sei pollici (152,4 mm) circa fra la fessura del bocchettone di estrusione ed il rullo di tiro, consente di tirare la pellicola di LLDPE a velocità di parecchie centinaia di piedi (1 piede = 0,3048 m) al minuto con scostamenti di spessore che rientrano ampiamente nelle tolleranze commerciali di uniformità.

Inoltre, e sorprendentemente, è stato scoperto che la pellicola di LLDPE prodotta con il procedimento secondo l'invenzione risulta più robusta di un ordine di grandezza sensibile sia nella direzione della macchina che in direzione trasversale. Queste scoperte ed altri vantaggi della presente invenzione appariranno più chiaramente comprensibili alla luce della descrizione che segue.

Nella forma preferita di attuazione dei principi della presente invenzione, un'apparecchiatura convenzionale di estrusione, con bocchettone per la produzione di pellicola per tovagliati e atta a fornire un intervallo di tiro che va approssimativamente da zero a circa sei pollici (152,4 mm) circa per esempio di un pollice (25,4 mm). Un primo rullo cooperante con una lama d'aria, serve a tirare l'estruso allo spessore e alla larghezza nominali desiderati. L'estruso di LLDPE viene estruso ad una temperatura superiore alla sua temperatura di cristallizzazione. La distanza fra la fessura del bocchettone (in seguito definita talvolta semplicemente fessura bocchettone ed il primo rullo costituisce l'intervallo di tiro critico. Nella forma di attuazione preferita con lama d'aria, l'intervallo

è costituito dalla distanza fra la fessura e la presa formata dal rullo e dalla lama d'aria agenti sul nastro di LLDPE. Il rullo di tiro viene fatto funzionare senza applicazione di calore oppure ad una temperatura elevata, particolarmente ai fini di una successiva goffratura. Il rullo di tiro è rivestito preferibilmente di un politetrafluoroetilene per offrire migliori caratteristiche di stacco della pellicola. In corrispondenza del rullo di tiro l'LLDPE cristallizza e si è riscontrato che il breve intervallo di tiro garantisce i vantaggi della presente invenzione.

Dopo il rullo di tiro, la pellicola può essere introdotta nella presa costituita da un rullo di goffratura che coopera con un rullo di gomma per formare un sistema di goffratura atto a goffrare la superficie della pellicola secondo una grana desiderata. Un rullo raffreddatore viene quindi impiegato per raffreddare e consolidare la pellicola dopo che questa sia stata fatta passare attraverso il sistema dei rulli di goffratura, la pellicola venendo infine avvolta su un rullo di avvolgimento. In tal modo, secondo la presente invenzione, l'estruso di LLDPE viene riscaldato ad una temperatura superiore alla sua temperatura di cristallizzazione ed estruso attraverso il bocchettone a fessura. All'atto stesso dell'introduzione nel breve intervallo mantenuto fra la filiera a fessura e la presa di tiro l'LLDPE viene tirato così da formare la pellicola di spessore e larghezza desiderati. Usando questa tecnica di tiro breve, il 100% di pellicola di LLDPE della larghezza di 32 pollici (81,28 cm) e con spessore di 1 mil (0,0254 mm) è stato tirato ad una velocità di 570 piedi (173,736 m) al minuto con scostamenti appena percettibili dallo spessore nominale. Per le applicazioni commerciali, qualsiasi tasso di avvolgimento di circa

300 piedi (91,44 m) al minuto ed oltre, viene considerato perfettamente accettabile.

Sebbene la presente invenzione risolva il problema della risonanza di stiro nell'estruzione con bocchettone a fessura di pellicola di LLDPE tirate ad alti tassi di avvolgimento, un'esatta chiarificazione dei motivi per cui la tecnica a tiro breve risulta tanto efficace non è ancora disponibile. L'eliminazione della risonanza di stiro mediante una zona di tiro breve risulta del tutto sorprendente. Ci si aspetterebbe logicamente che una zona di tiro più lunga, che consenta alla deformazione di essere distribuita entro un intervallo di tempo più lungo, sia da preferire e meno esigente in fatto di adattamento del reticolo molecolare. Anche il miglioramento delle proprietà fisiche giunge del tutto inaspettato. Si sarebbe propensi a prevedere che il tempo più lungo di permanenza disponibile in un processo di tiro lungo consenta al reticolo molecolare di scaricare le deformazioni imposte dal processo di estrusione e porti ad un orientamento più casuale (isotropico) tipico di pellicole più robuste. In entrambi i casi si è verificato il contrario, e il tiro breve ha portato alla totale eliminazione della risonanza di stiro e ad una pellicola notevolmente robusta.

Come citato più sopra, un'altra conseguenza ed un altro vantaggio collaterali ed imprevisti di questa tecnica di tiro breve è che la pellicola di LLDPE presenta proprietà di trazione significativamente migliori di quelle della pellicola realizzata mediante un processo convenzionale. Anche questo fenomeno non è perfettamente chiaro, ma si conseguono proprietà tensili superiori sia nella direzione della macchina, che nella direzione

trasversale, le quali superano di gran lunga qualsiasi caratteristica tensile ottenuta con processi convenzionali di produzione di pellicola mediante estrusione con bocchettone a fessura.

Questi ed altri vantaggi della presente invenzione appariranno più evidenti facendo riferimento ai disegni, dove:

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

- la figura 1 è una vista schematica in prospettiva di un'apparecchiatura illustrante una tecnica per tirare una pellicola di LLDPE secondo la presente invenzione, includente rulli di goffratura ed un rullo di avvolgimento;

- la figura 2 è una vista schematica in elevazione illustrante il posizionamento relativo della filiera a fessura, del rullo di tiro e della lama d'aria dell'apparecchiatura di figura 1;

- la figura 3 è un grafico che pone in relazione la resistenza a trazione con il tenore in peso di polietilene lineare a bassa densità dell'estruso per una pellicola spessa 1 mil (0,0254 mm) avente una densità di $0,935 \text{ g/cm}^3$, in cui il resto del contenuto della pellicola è costituito da polietilene a bassa densità;

La figura 4 è una vista schematica in elevazione illustrante una altra tecnica di tiro e goffratura della pellicola termoplastica secondo la presente invenzione.

DESCRIZIONE DETAGLIATA DELL'INVENZIONE

Scopo primario della presente invenzione è quello di eliminare sostanzialmente la risonanza di stiro che si verifica tipicamente quando un estruso contenente polietilene lineare a bassa densità, oppure mescole di LLDPE con polietilene, polipropilene oppure loro copolimeri, viene tirato per realizzare una pellicola termoplastica a velocità di avvolgimento

superiori a 40 piedi (12,192 m) al minuto circa. Uno scopo collaterale della presente invenzione è di produrre in tal modo una pellicola termoplastica con spessore effettivo sostanzialmente uniforme rientrante nelle tolleranze commerciali, e che presenti inoltre caratteristiche tensili perfezionate che non sono ottenibili con alcuna estrusione convenzionale con bocchettone a fessura o magari anche con processi convenzionali di produzione della pellicola a tubolare soffiato. La descrizione dettagliata che segue, da prender si in esame congiuntamente agli annessi disegni, illustra le peculiarità ed in vantaggi del processo e del prodotto ottenuto con tale processo secondo la presente invenzione.

Si intende che certi valori dell'estruso, certe condizioni operative dell'apparecchiatura per la produzione della pellicola ed i parametri reali della pellicola qui usati nella compilazione dei dati descritti, siano ciascuno rappresentativo di un intervallo entro il quale si prevede che la presente invenzione sia efficace. Per esempio, la densità dell'estruso contenente polietilene lineare a bassa densità non si limita alla densità specifica utilizzata nella compilazione dei dati che seguono, in quanto la tecnica di tiro breve per l'eliminazione della risonanza di stiro si prevede risulti vantaggiosa entro tutto l'intervallo di densità del polietilene lineare a bassa densità impiegato commercialmente. Analogamente, la percentuale reale di polietilene lineare a bassa densità che costituisce l'estruso è anch'essa variabile. Non diversamente, lo spessore nominale della pellicola prodotta in conformità agli insegnamenti della presente invenzione non si limita ad alcun valore specifico, cioè lo spessore di un mil (0,0254 mm) qui usato è puramente rappresentativo di uno

spessore comune della pellicola per tovagliati.

Tenendo presente quanto sopra, si fa ora riferimento alle figure 1 e 2 che rappresentano in forma schematica un impianto per tirare e goffrare pellicola termoplastica in conformità ai principi della presente invenzione. L'apparecchiatura di tiro e goffratura è indicata complessivamente con 9. Un estruso riscaldato, o fusione, descritto più dettagliatamente in seguito, viene alimentato ad un estruso con bocchettone a fessura 10 da una sorgente opportuna (non mostrata) e viene estruso attraverso una fessura del bocchettone 11 allungata, ad assumere la forma di un nastro 12. Il nastro 12 viene tirato orizzontalmente attraverso un intervallo di tiro 13 accorciato mediante il rullo di tiro D. Il rullo di tiro D coopera con una lama d'aria 14 per definire quello che è in effetti una "presa di tiro" attraverso la quale viene fatto passare il nastro 12. La presa così ottenuta serve a tirare il nastro estruso 12 in una pellicola 15 dello spessore e della larghezza nominali desiderati. L'intervallo di tiro 13 ha lunghezza X sostanzialmente costante, misurata perpendicolarmente dalla fessura del bocchettone 11 alla presa di tiro.

La pellicola 15 passa successivamente dal rullo di tiro D ad un sistema di rulli goffratori. Uno dei rulli è un rullo di acciaio S presentante una superficie goffrata, per esempio mediante procedimenti di incisione convenzionali, con un disegno desiderato che deve essere impartito alla pellicola 15. L'altro rullo del sistema di rulli di goffratura è un rullo resiliente o di gomma R che presenta una superficie resiliente per coagrire con il rullo di acciaio non resiliente S quando nella pellicola 15 viene impresso il disegno del rullo di acciaio. La velocità periferica

dei rulli di gomma e di acciaio viene mantenuta ad un valore pari o leggermente superiore a quello della velocità del rullo di tiro D, onde effettuare un buon distacco della pellicola dal rullo di tiro D.

La pellicola goffrata procede dal sistema di rulli di goffratura ad un rullo di avvolgimento o di raccolta T. Il rullo di avvolgimento T può essere analogamente fatto funzionare ad una velocità periferica commensurata a quella del sistema di goffratura e del rullo di tiro per prevenire un eventuale ulteriore stiro della pellicola che a questo punto è goffrata; in alternativa, il rullo di avvolgimento T può essere fatto girare ad una velocità periferica superiore a quella dei rulli di goffratura per stirare così la pellicola 15. Un rullo raffreddatore (non mostrato) può essere impiegato in un punto intermedio al sistema di rulli di goffratura e rullo di avvolgimento T, se si rende indispensabile il raffreddamento ed il consolidamento della pellicola dopo che sia stata fatta passare attraverso il sistema dei rulli di goffratura.

Coerentemente alle scoperte della presente invenzione, la lunghezza X dell'intervallo di tiro viene mantenuta a non più di sei pollici (11,24 cm) circa. Con l'intervallo di tiro 13 così accorciato, un estruso contenente polietilene lineare a bassa densità può essere tirato in pellicola a velocità di avvolgimento che superano largamente i 40 piedi (101,6 cm) al minuto, quest'ultimo tasso rappresentando il tasso approssimato al quale le convenzionali tecniche di estrusione mediante tiro attraverso il bocchettone a fessura accusano la risonanza di stiro nell'estruso. La risonanza di stiro nell'estruso di LLDPE viene perciò eliminata a tutti gli effetti pratici mediante l'accorciamento dell'intervallo di tiro.

In una tecnica preferita per la produzione della pellicola 15 secondo la presente invenzione, LLDPE facente parte di una fusione viene riscaldato ad una temperatura superiore alla sua temperatura di cristallizzazione che è approssimativamente di 230°F (110°C), come pure alla temperatura di fusione dell'estruso che si aggira tipicamente sui 252°F (122,2°C). Una temperatura della fusione di circa 375-450°F (190,5-232,2°C) è stata impiegata vantaggiosamente. Il bocchettone 10 e la fessura 11 del bocchettone sono mantenuti ad una temperatura elevata, generalmente prossima a 500°F (260°C) circa.

La particolare resina di polietilene lineare a bassa densità impiegata in questo caso è posta in commercio sotto la denominazione di Dowlex 2037 e presenta un indice di fusione (melt index) di 2,5 g/10 min. ed una densità di 0,935 g/cm³. Come indicato più sopra, la fusione può comprendere una mescola di materiali termoplastici con il polietilene lineare a bassa densità, quale un polimero scelto nel gruppo del polietilene, polipropilene e loro copolimeri. Con il Dowlex 2037 si è dimostrata vantaggiosa la presenza di una distanza X dell'intervallo di tiro pari a un pollice (2,54 cm) circa, l'estruso venendo tirato per questa distanza in una pellicola con spessore nominale approssimativamente pari a 1 mil (0,0254 mm), che corrisponde ad uno spessore tipico per pellicole del tipo per tovagliati. Ai fini della successiva goffratura della pellicola, ad esempio mediante i rulli goffratori R ed S, il rullo di tiro D presenta una temperatura superficiale mantenuta nell'intervallo di circa 230-260°F (110-126,7°C). Il rullo di tiro D è preferibilmente rivestito di politetrafluoroetilene per offrire una migliore caratteristica di stacco della pellicola. Il si-

stema dei rulli di goffratura si avvale di un rullo di gomma R raffreddato ad acqua e di un rullo di acciaio S di goffratura che presenta una temperatura superficiale mantenuta nell'intervallo fra circa 80 e 110°F (26,7-43,3°C) se non si desidera stiro e a circa 160°F (71,1°C) con lo stiro.

Adottando il procedimento di estrusione a tiro breve con l'apparecchiatura di cui sopra predisposta come descritto per la successiva goffratura della pellicola, i dati di estrusione che riflettono la velocità di avvolgimento di tiro del rullo di tiro D e la larghezza della pellicola 15 così prodotta, sono stati ottenuti usando una fusione di polietilene lineare a bassa densità al 100% tirato in una pellicola di un mil (0,0254 mm) senza che si verificasse risonanza di stiro. Sono stati adottate velocità di tiro dell'ordine di circa 250-570 piedi/min. (76,2-173,76 m/min) e sono state tirate larghezze di pellicola che andavano da circa 32 a circa 40 pollici (81,28-101,6 cm). Un tasso di tiro di parecchie centinaia di piedi al minuto (1 piede = 0,3048 m) con variazioni di spessore puramente nominali viene giudicato un tasso commercialmente accettabile per la produzione di pellicola incorporante polietilene lineare a bassa densità.

Un vantaggio insolito e sorprendente della tecnica di tiro breve è che la pellicola prodotta presenta caratteristiche tensili sensibilmente migliori di quelle di una pellicola equivalente ottenuta con processi quali un'estruzione convenzionale o con bocchettone a fessura con tiro più lungo. Con riferimento al grafico della figura 3, le caratteristiche meccaniche della pellicola del tipo per tovagliati spessa un mil (0,0254 mm) ricavata da fusioni presentanti un tenore in peso di polietilene lineare

a bassa densità variabile e prodotta con la tecnica di tiro breve, vi compaiono evidenziate. Il grafico qui riportato è stato tracciato usando mescole di LLDPE e LDPE. Il carico di rottura delle pellicole prodotte, misurato in libbre/pollice², è riportato per la direzione di macchina (MD, linea punteggiata), la direzione trasversale (CD, linea a tratto e punto) e ad un allungamento del 25% nella direzione di macchina (25% MD, linea continua). Questi carichi di rottura riflettono il punto al quale la pellicola si spezza o rompe. Come è mostrato in questo grafico, pellicola di polietilene lineare a bassa densità al 100% ottenuta con la presente tecnica e avente una densità media di 0,935 ed uno spessore di un mil (0,0254 mm), presenta un carico di rottura nella direzione di macchina pari a circa 6 libbre/pollice (2,724 kg/2,54 cm) di larghezza nella direzione di macchina, 4,4 libbre/pollice (1,9976 kg/2,54 cm) di larghezza nella direzione trasversale, e 2,4 libbre/pollice (1,0896 kg/2,54 cm) di larghezza al 25% di allungamento nella direzione di macchina. Queste misurazioni tensili, come mostrato nel grafico e nella tabella che segue, sono state ottenute con una striscia di pellicola larga un pollice (2,54 cm). In generale, i vantaggiosi risultati conseguiti con il presente procedimento risultano particolarmente evidenti nelle mescole di estruso contenenti almeno il 30% in peso di LLDPE.

Con riferimento alla tabella che segue, le caratteristiche tensili della pellicola tirata corta della presente invenzione, formata ad elevate velocità di avvolgimento, vengono confrontate con quelle di una convenzionale pellicola estrusa con bocchettone a fessura partendo da un identico estruso di LLDPE spesso un mil (0,0254 mm), in cui sono stati adottati una

bassa velocità di avvolgimento di 30 piedi/min. (9,144 m/min.) ed un intervallo convenzionale di circa 9 pollici (22,86 cm.).

Carico di rottura	Estrusione con bocchettone a fessura. Secondo l'invenzione convenzionale (libbre/pollice di larghezza)	(libbre/pollice di larghezza)
-------------------	--	-------------------------------

MD	3,9 (1,7706 kg/2,54 cm)	6 (2,721 kg/2,54 cm)
CD	3,5 (1,589 kg/2,54 cm)	4,4 (1,9976 kg/2,54 cm)

Come indicato, i carichi di rottura della pellicola tirata corta nella filiera a fessura secondo l'invenzione sono sensibilmente o sorprendentemente migliori sia nella direzione di macchina (MD) che nella direzione trasversale (CD) rispetto a quelli ottenibili con la convenzionale tecnica a bocchettone a fessura. Inoltre, mentre la resistenza nella MD per il convenzionale è dell'11% maggiore che nella CD, con la pellicola di LLDPE secondo l'invenzione si ha una resistenza nella MD maggiore del 36%.

Si noterà inoltre che la pellicola prodotta con la tecnica di tiro breve secondo l'invenzione presenta caratteristiche tensili superiori anche rispetto a pellicola soffiata ricavata da un identico estruso. La pellicola prodotta con la tecnica di tiro breve risulta pertanto superiore per qualità tensili sia alla convenzionale pellicola colata che alla pellicola soffiata formata partendo da un identico estruso.

La descrizione sopra fornita della tecnica di tiro breve per la produzione di una pellicola termoplastica secondo i principi della presente invenzione si deve intendere in senso illustrativo e non restrittivo. Apparirà ovvio come esistano altre forme equivalenti dell'invenzione che impiegano le vantaggiose proprietà ed i vantaggiosi risultati conseguiti dalla presente invenzione senza scostarsi dal suo spirito e dal suo ambito. Per esempio, con riferimento alla figura 4, compare una forma di

attuazione alternativa per la formazione di una pellicola termoplastica secondo la presente invenzione con successiva goffratura. In questa seconda forma di attuazione, il rullo di tiro D descritto in relazione alla forma di attuazione precedentemente discussa, è stato tolto dall'apparecchiatura. Il rullo goffratore di acciaio S interviene in questo caso sia per tirare l'estruso dal bocchettone a fessura 10 attraverso una presa costituita con la lama d'aria 14, che a goffrare quindi la pellicola 15 così formata imprimendo su di essa un disegno in cooperazione con il rullo di gomma R. Il rullo di avvolgimento T provvede successivamente ad avvolgere la pellicola goffrata 15. Altre varianti si prospetteranno inoltre agli esperti del ramo.

Cio che n'è venuto è:

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la produzione di un tratto di pellicola termoplastica, comprendente le fasi di: estrusione di un estruso comprendente polietilene lineare a bassa densità suscettibile di risonanza di stiro ad alte velocità di tiro allorchè fatto passare attraverso un bocchettone a fessura in forma di nastro, l'estruso avendo una temperatura superiore alla sua temperatura di cristallizzazione, disposizione di un rullo di tiro per il nastro adiacente alla fessura del bocchettone per produrre in tal modo un intervallo di tiro breve non superiore a sei pollici (15,24 cm) circa, tiro del nastro in una pellicola con il rullo di tiro, la pellicola venendo prodotta a velocità di avvolgimento superiori a 40 piedi al minuto (12,192 m/min.), e mantenimento dell'intervallo di tiro breve a dette velocità, per cui si forma in continuità una pellicola e si elimina sostanzialmente la risonanza di stiro nel nastro.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, includente inoltre una lama d'aria usata congiuntamente al rullo di tiro per formare l'intervallo di tiro entro il quale il nastro viene introdotto per essere ridotto ad una pellicola.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, includente inoltre la fase di goffratura della pellicola con una rullo goffratore ed un rullo di gomma che coopera per goffrare in tal modo la superficie della pellicola secondo una grana desiderata.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, in cui la superficie del rullo di tiro viene mantenuta ad una temperatura atta a provocare la cristallizzazione della pellicola sul rullo di tiro.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 4, in cui la temperatura del rullo di tiro viene mantenuta nell'intervallo che va da circa 230°F a circa 260°F (110-126,7°C).

6. Procedimento secondo la rivendicazione 3, in cui il rullo di tiro è rivestito di politetrafluoroetilene.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'intervallo di tiro è di circa un pollice (25,4 mm).

8. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'estruso comprende una mescola di polietilene lineare a bassa densità e polietilene a bassa densità.

9. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'estruso comprende inoltre un polimero scelto nel gruppo del polietilene, polipropilene e loro copolimeri.

10. Procedimento secondo la rivendicazione 9, in cui l'estruso è

costituito per almeno il 30% circa in peso da polietilene lineare a bassa densità.

11. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui l'estruso è polietilene lineare a bassa densità al 100%.

12. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui la pellicola viene tirata ad un tasso approssimativo di parecchie centinaia di piedi al minuto (1 piede = 0,3048 m).

13. Tratto di pellicola termoplastica prodotto con il procedimento secondo la rivendicazione 1.

14. Pellicola termoplastica secondo la rivendicazione 13, in cui l'estruso è costituito per almeno il 30% circa in peso da polietilene lineare a bassa densità.

15. Pellicola termoplastica secondo la rivendicazione 13, in cui l'estruso comprende inoltre un polimero scelto nel gruppo del polietilene, polipropilene e loro copolimeri.

16. Procedimento per produrre un tratto di pellicola termoplastica, la pellicola termoplastica costituita da polietilene lineare a bassa densità avendo tendenza alla risonanza di stiro allorchè tirata da un bocchettone a fessura in una pellicola ad alta velocità, comprendente le fasi di: riscaldamento di una fusione contenente polietilene lineare a bassa densità ad una temperatura superiore alla temperatura di cristallizzazione del polietilene lineare a bassa densità, estrusione della fusione attraverso un bocchettone a fessura in forma di nastro, tiro del nastro attraverso una presa, la presa essendo definita in parte da un rullo di tiro, per cui il nastro viene tirato in una pellicola, l'intervallo di tiro fra

la presa e la fessura del bocchettone non essendo superiore a sei pollici (15,24 cm) circa, e azionamento del rullo di tiro in modo da produrre pellicola con spessore nominale commercialmente uniforme ad un tasso approssimativo di parecchie centinaia di piedi al minuto (1 piede = 0,3048 m), per cui la riduzione dell'intervallo di tiro fra la fessura del bocchettone e la presa elimina sostanzialmente la risonanza di stiro nel nastro.

17. Procedimento secondo la rivendicazione 16, in cui il polietilene lineare a bassa densità comprende almeno il 30% circa in peso dell'estruso.

18. Procedimento secondo la rivendicazione 17, in cui la pellicola prodotta ha uno spessore nominale di un mil (0,0254 mm) circa.

19. Tratto di pellicola termoplastica prodotto con il procedimento secondo le rivendicazioni 16, 17 o 18.

Il Mandatario:

- Dr. Ing. G. Modiano -

22158A/83

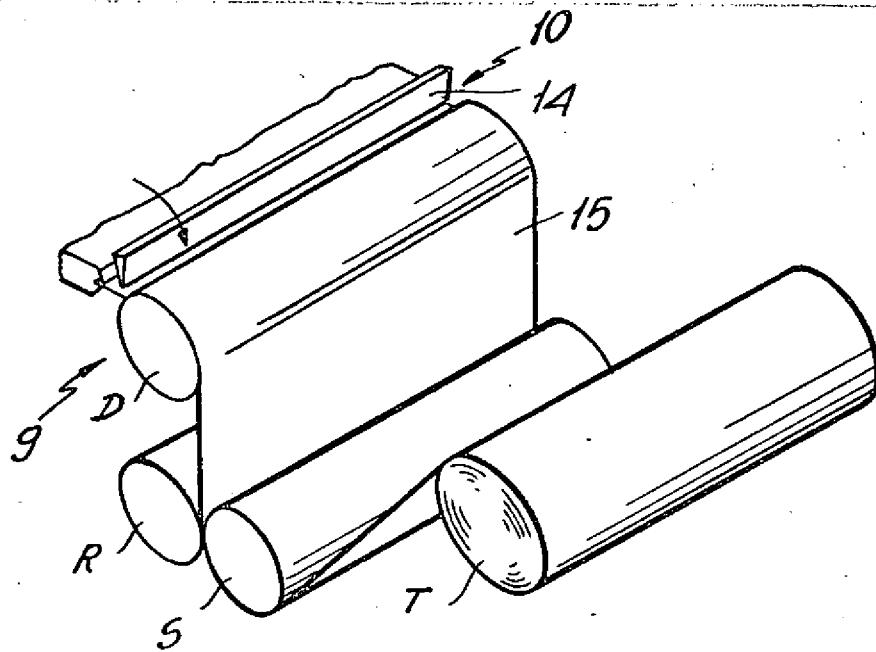


FIG. 1

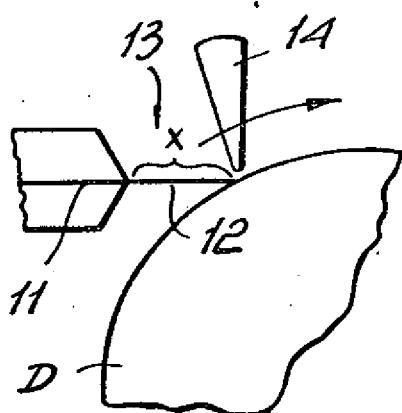
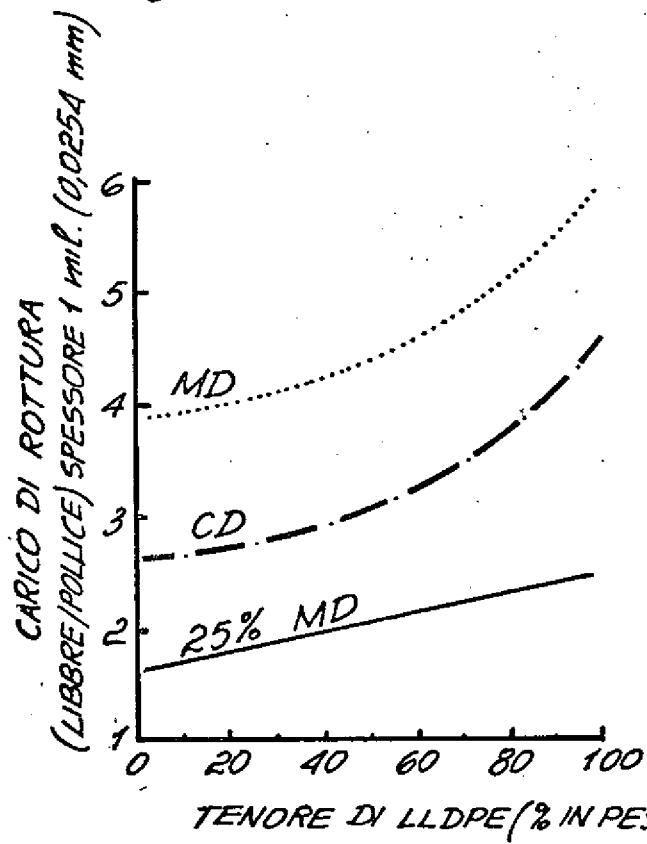


FIG. 2

FIG. 3

TENORE DI LLDPE (% IN PESO)

FIG. 4

