

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901850505A1

Publication Date

20111222

Applicant

IM.PLAST S.R.L.

Title

METODO E DISPOSITIVO PER CONTROLLARE LO SPESSORE DI FILM IN
ESTRUSORI IN BOLLA

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo: "METODO E DISPOSITIVO PER CONTROLLARE LO SPESSORE DI FILM IN ESTRUSORI IN BOLLA", a nome di IM.PLAST S.r.l., ditta italiana con sede a Larciano (PT).

5

DESCRIZIONE

Ambito dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce ad un metodo e ad un dispositivo per controllare lo spessore di un film tubolare prodotto da un impianto di estrusione in bolla, in particolare per rilevare e correggere tempestivamente difetti di uniformità di spessore.

Descrizione della tecnica nota

Tra gli impianti comunemente impiegati per produrre film in materiali plastici, gli impianti di estrusione in bolla trovano larga applicazione, per ragioni legate alla loro versatilità, in particolare consentono la produzione di film tubolari adatti alla produzione di sacchi e forme simili di imballaggio flessibile.

Essi comprendono un estrusore, che ha una filiera di forma anulare, normalmente circolare, disposta orizzontalmente, da cui esce il polimero fuso. Questo viene sottoposto ad una forza di trazione verso l'alto e ad un energico raffreddamento, normalmente aria, in modo da creare un film tubolare in forma di una bolla oblunga che viene stabilizzata da una corrente stazionaria di aria circolante all'interno. La bolla viene collassata progressivamente tra due schiere di cilindri folli disposti secondo piani convergenti verticalmente ad una coppia di cilindri di presa che assicurano la trazione; il film tubolare appiattito passa poi attraverso un banco di stiro ed è quindi accompagnato da ulteriori cilindri ad uno stoccaggio in bobina, eventualmente preceduto da una sezione di taglio longitudinale per ottenere due film singoli invece di un

prodotto tubolare.

Naturalmente, si desidera che lo spessore del film sia il più possibile uniforme, sia per esigenze di specifica, sia per ottenere bobine prive di avvallamenti e di nervature superficiali, in corrispondenza delle quali si possono avere plasticizzazioni e scadimento delle proprietà meccaniche, ottiche, ed altre, del film prodotto. Le differenze di spessore, in una data sezione trasversale della bolla, possono dipendere dai canali elicoidali della testa di estrusione, ma anche dalla distribuzione del polimero fuso all'interno della testa, a mancanza di omogeneità della materia prima e/o insufficiente omogeneizzazione, ad azioni di stiro differenziale sul film tubolare, ed altre. La maggior parte delle irregolarità di spessore non può quindi essere risolta mediante un centraggio della filiera.

È nota dalla tecnica la procedura di soffiare aria in corrispondenza di un punto esterno alla bolla in formazione, creando un ulteriore raffreddamento / riscaldamento locale, per correggere un eccesso/difetto di spessore in tale punto. Ciò può essere fatto come descritto ad esempio in, ossia mediante una corona di ugelli disposti radialmente all'esterno della parte inferiore della bolla, immediatamente al di fuori della filiera. La correzione avviene in base ad una misura di spessore eseguita ad una quota predeterminata al di sopra della linea di solidificazione.

Sono anche noti dispositivi di controllo comprendenti un sensore che legge lo spessore in una pluralità di punti della bolla ad una quota prestabilita, ed un elaboratore che comanda un sistema di raffreddamento/riscaldamento di settori del film tubolare in formazione, regolabili in funzione di uno scostamento dello spessore rilevato in posizioni di misura corrispondenti a ciascun settore. In particolare, sono noti dispositivi in cui viene modificata

localmente la temperatura o la portata dell'aria di raffreddamento. La propagazione di un difetto lungo la bolla avviene infatti secondo una traiettoria assimilabile ad un'elica. Tale forma della traiettoria dipende in primo
5 luogo dalla rotazione del banco di stiro attorno ad un asse verticale, che induce una componente tangenziale al moto del materiale che forma la bolla, e dal fatto che in molti casi la testa di estrusione ha canali elicoidali, pertanto il polimero fuso esce dalla filiera con una direzione inclinata
10 rispetto alla verticale.

Per eseguire una correzione, è quindi necessario conoscere un angolo di sfasamento tra la coordinata angolare in cui viene rilevato un difetto, e la corrispondente coordinata angolare ad una quota di base della bolla, ove
15 deve essere effettuata un'azione per correggere tale difetto. Ciò comporta alcune difficoltà. Infatti, il comportamento della bolla in formazione dipende in modo non semplice da vari parametri di macchina, in primo luogo:

- dalla velocità del traino;
- 20 - dalla velocità di rotazione del banco di stiro;
- dalla portata di estrusione;
- la temperatura dell'aria di raffreddamento;

pertanto, ogni volta che viene variato uno o più di tali parametri significativi, occorre effettuare nuovamente la
25 determinazione dell'angolo di sfasamento. Lo stesso vale, naturalmente, in caso di cambiamento delle caratteristiche del materiale polimerico estruso.

Il comportamento della bolla dipende inoltre anche da variabili esterne, cioè legate all'installazione
30 dell'impianto di estrusione, come la vicinanza alle pareti dell'edificio, la presenza di correnti d'aria più o meno accidentali, ed altre.

Inoltre, nella tecnica comune il senso di rotazione del banco di stiro si inverte ciclicamente, inducendo componenti

di torsione anch'esse alternate, con un effetto asimmetrico sulla torsione della bolla. pertanto, a parità di tutte le altre condizioni, debbono essere conosciuti almeno due angoli di sfasamento, uno per ciascun senso di rotazione del
5 banco di stiro.

Sintesi dell'invenzione

È quindi scopo della presente invenzione fornire un metodo ed un dispositivo per garantire sostanziale uniformità di spessore di un film polimerico tubolare in un
10 impianto di estrusione in bolla variando in modo differenziale la temperatura di settori della bolla in formazione, in modo tempestivo ed automatico per ogni variazione significativa dei parametri di esercizio dell'impianto di estrusione.

È inoltre scopo della presente invenzione fornire siffatto metodo e dispositivo, in cui la precisione e la tempestività della correzione tenga conto dell'inversione del verso di rotazione del banco di stiro dell'impianto di estrusione.

È altresì scopo della presente invenzione fornire un siffatto metodo ed un siffatto dispositivo, che non comportino apprezzabile produzione di materiale fuori specifica.

Questi ed altri scopi sono raggiunti da un metodo per
25 ridurre le deviazioni di spessore rispetto ad un valore di spessore di riferimento in un film polimerico tubolare mentre viene prodotto con un processo di estrusione in bolla comprendente fasi di:

- alimentazione di un polimero fuso ad una temperatura predeterminata, in una postazione di alimentazione
30 predeterminata;
- trascinamento verso l'alto e solidificazione del polimero fuso fino a formare tale film tubolare attorno ad un asse sostanzialmente verticale,

- dosaggio dello spessore del film tubolare secondo una pluralità di posizioni angolari di dosatura in modo che il film tubolare abbia uno spessore sostanzialmente uniforme;

5 - misura dello spessore del film tubolare in una pluralità di posizioni angolari di misura ad una quota di misura predefinita rispetto alla postazione di alimentazione,

in cui il metodo prevede le fasi di:

10 - determinazione di una eventuale anomalia dello spessore nel corso della fase di misurare e associazione dell'anomalia ad una corrispondente di dette posizioni angolari di misura;

15 - tracciatura del film polimerico tubolare alterando il valore di una proprietà fisica del film in formazione a partire da una prefissata posizione angolare di marcatura ad una quota di marcatura inferiore alla quota di misura, in modo che, per effetto del trascinamento verso l'alto, lungo il film si formi una traccia in cui la proprietà fisica mantiene un valore alterato;

20 - rilevazione della traccia in prossimità della quota di misura e rilevazione di una posizione angolare di rilevazione della traccia alla quota di misura;

25 - calcolo di un angolo di sfasamento attorno all'asse tra la posizione angolare di rilevazione e la posizione angolare di marcatura;

- correzione dell'anomalia di spessore intervenendo sulla fase di dosaggio ad una determinata posizione angolare di dosatura in funzione dell'angolo di sfasamento.

30 In particolare, la fase di correzione in funzione dell'angolo di sfasamento prevede una fase di associazione, alle posizioni angolari di misura, di rispettive posizioni angolari di correzione, ciascuna essendo ottenuta sommando a ciascuna posizione angolare di misura l'angolo di sfasamento computato con segni opposti secondoché la traccia si estenda

sul film in senso levogiro o in senso destrogiro, in cui le fasi precedenti formano una sequenza di fasi di calibrazione eseguite ordinatamente una dopo l'altra.

5 - In particolare, la fase di correzione prevede una fase di modifica locale della temperatura del polimero fuso o film in formazione in corrispondenza di una posizione angolare di correzione associata ad una posizione angolare di misura ad una quota di correzione prossima alla quota di marcatura, in cui viene misurato uno spessore che si
10 discosta dallo spessore di riferimento di più di un valore di tolleranza predeterminato.

In altre parole, prima che si attivi il dispositivo di controllo dello spessore, viene eseguita una calibrazione, ossia viene valutato preliminarmente l'angolo di sfasamento
15 tra la posizione angolare in cui viene misurata un'anomalia di spessore, e la posizione angolare, ad una quota inferiore, preferibilmente nell'immediata prossimità della filiera, in cui il polimero è ancora fuso e il film tubolare, ossia la bolla, è in formazione, in cui occorre
20 effettuare l'azione correttiva per ridurre l'anomalia, possibilmente, entro i limiti di tolleranza. Tale azione correttiva consiste in una modifica della temperatura del polimero fuso o film tubolare in formazione: in particolare, per correggere uno spessore troppo basso, occorre
25 raffreddare localmente il film, mentre per correggere uno spessore eccessivo occorre aumentare localmente la temperatura.

La calibrazione viene eseguita creando una perturbazione di una proprietà fisica del polimero, ad esempio una delle
30 proprietà indicate nel seguito, a partire da una posizione angolare prefissata ad una quota prossima a quella in cui si effettua la correzione. Per effetto della trazione esercitata sul film tubolare, e della torsione indotta in esso dalla rotazione del banco di stiro, la perturbazione

creata per effetto della variazione locale della temperatura nella posizione predeterminata si propaga lungo il film tubolare secondo una traccia o linea assimilabile ad un'elica, avente verso destrorso o sinistrorso secondoché il
5 banco di stiro ruoti in un senso o nel senso opposto. Tale traccia viene poi rilevata da un dispositivo di rilevazione disposto ad una quota prossima alla quota in cui viene misurato lo spessore del film tubolare, normalmente al di sopra della linea di solidificazione del film tubolare.
10 L'angolo formato attorno all'asse del film tubolare tra la posizione in cui avviene la rilevazione della traccia e la posizione in cui è generata la perturbazione è assunto come angolo di sfasamento. Tale angolo serve per associare ogni posizione angolare di misura dello spessore con una
15 posizione angolare di correzione dello spessore, in cui deve essere modificata la temperatura per correggere un eventuale eccesso o difetto di spessore, quando il banco di stiro ruota attorno al proprio asse di rotazione, in uno dei due sensi possibili. L'angolo di sfasamento viene acquisito da
20 opportuni mezzi a programma, e da questi utilizzato per scegliere la posizione angolare in cui effettuare la correzione quando una difformità di spessore viene misurata in una data posizione angolare di misura.

Naturalmente, quando il banco di stiro ruota nel senso
25 opposto, viene determinato un secondo angolo di sfasamento, con la medesima procedura.

La sequenza di fasi di calibrazione si attiva, preferibilmente, ogni volta che viene impostato un nuovo valore di un parametro di processo dell'impianto di
30 estrusione in bolla, in particolare ogni volta che si ha una variazione di almeno uno dei seguenti parametri:

- la velocità del traino del film tubolare;
- la velocità di rotazione del banco di stiro;
- la portata di estrusione;

- la temperatura dell'aria di raffreddamento

La sequenza di fasi di calibrazione può essere anche attivata a discrezione di un operatore.

Vantaggiosamente, la fase di rilevazione della traccia
5 comprende una scansione di misure di detta proprietà fisica
attorno al film polimerico tubolare, e la sequenza di fasi
di calibrazione comprende inoltre una fase preliminare di
calcolo di una durata di primo tentativo della fase di
tracciatura del film tubolare, tale che la traccia creata a
10 partire da un istante predeterminato e per la durata di
primo tentativo, venga intercettata durante la scansione di
misure. In tal modo è possibile limitare la lunghezza della
traccia ad un valore minimo. Ciò consente di eseguire
frequenti calibrazioni, in particolare al variare dei
15 parametri di marcia significativi dell'impianto di
estrusione, tracciando ed eventualmente rendendo
inutilizzabile una lunghezza minima di film. Pertanto un
miglioramento dell'uniformità di spessore può essere
raggiunto con uno spreco minimo di prodotto.

20 Preferibilmente, in caso di mancata intercettazione
della traccia durante la scansione di misure, la sequenza di
fasi di calibrazione comprende inoltre una ulteriore fase di
calcolo di una ulteriore durata di tentativo di una nuova
fase di tracciatura, l'ulteriore durata di tentativo essendo
25 maggiore della durata di primo tentativo, e dopo l'ulteriore
fase di calcolo vengono nuovamente eseguite le fasi sopra
indicate.

Vantaggiosamente la sequenza di fasi di calibrazione è
eseguita automaticamente al verificarsi di una condizione di
30 calibrazione scelta tra:

- un comando della sequenza di fasi di calibrazione da parte di un operatore;
- un comando di variazione di un parametro operativo del processo di estrusione in bolla;

- un'avvenuta variazione di un parametro operativo del processo di estrusione in bolla.

In particolare, il parametro operativo è scelto tra:

- una velocità di trascinamento dei mezzi per trascinare e solidificare il polimero fuso verso l'alto;
- una velocità di rotazione del film polimerico tubolare attorno all'asse, tipicamente indotta dalla rotazione del banco di stiro dell'impianto di estrusione in bolla;
- una portata del polimero fuso nella sorgente di polimero fuso;
- la temperatura di un'aria di raffreddamento dei mezzi per trascinare e solidificare il polimero fuso.

Vantaggiosamente, la fase di tracciatura del film polimerico è eseguita mediante un raffreddamento/riscaldamento locale del polimero fuso o del film in formazione in corrispondenza di detta posizione angolare di marcatura in modo da creare una traccia avente un valore di spessore alterato rispetto allo spessore del film tubolare, e la fase di rilevazione della traccia comprende una misura di spessore alla quota di misura.

In particolare, tale raffreddamento/riscaldamento locale è ottenuto proiettando un flusso di aria avente una temperatura predeterminata contro il polimero fuso o contro il film in formazione. In altre parole, la proprietà fisica alterata per effetto della tracciatura è lo spessore del film tubolare, la cui variazione locale può essere ottenuta, in modo semplice, proiettando sul film un getto di aria ad una data temperatura e ad una pressione predeterminate.

Preferibilmente, i mezzi per misurare lo spessore del film tubolare comprendono un misuratore di spessore di tipo capacitivo.

In alternativa, la proprietà è una proprietà ottica, ad esempio lucentezza (gloss) ed opacità (haze).

In alternativa, ma non esclusivamente, la proprietà è

una proprietà elettrostatica, in particolare dovuta ad una localizzazione di cariche elettriche lungo la traccia.

5 Gli scopi sopra indicati, ed altri, sono altresì raggiunti da un dispositivo per ridurre le deviazioni di spessore rispetto ad un valore di spessore di riferimento in un film polimerico tubolare mentre viene prodotto da un impianto di estrusione in bolla, il quale comprende:

- una sorgente di un polimero fuso avente una temperatura predeterminata;

10 - mezzi per trascinare e solidificare il polimero fuso formando tale film tubolare attorno ad un asse sostanzialmente verticale;

il dispositivo comprende:

15 - mezzi per misurare lo spessore ad una quota di misura predefinita ed in corrispondenza di posizioni angolari di misura predefinite;

20 - mezzi per correggere lo spessore atti a modificare localmente la temperatura del polimero fuso o film tubolare in formazione in una pluralità di posizioni angolari di correzione ad una quota di correzione inferiormente alla quota di misura;

la caratteristica principale di tale dispositivo è di comprendere, inoltre:

25 - mezzi per tracciare il film polimerico tubolare in formazione alterandone il valore di una proprietà fisica a partire da una prefissata posizione angolare di marcatura in prossimità della quota di correzione, in modo che per effetto del trascinamento sul film tubolare si formi una traccia in cui la proprietà fisica mantiene un valore alterato;

30 - mezzi per rilevare la traccia in prossimità della quota di misura;

- mezzi a programma atti a:

- acquisire la posizione angolare di marcatura ed una

posizione angolare di rilevazione in cui viene rilevata la traccia;

5 - calcolare un angolo di sfasamento tra la posizione angolare di rilevazione e la posizione angolare di marcatura;

10 - associare a ciascuna delle posizioni angolari di misura una corrispondente posizione angolare di correzione, ciascuna posizione di correzione essendo ottenuta sommando a ciascuna posizione angolare di misura l'angolo di sfasamento computato con segni opposti secondoché la traccia si estenda sul film in senso levogiro o in senso destrogiro,

15 - acquisire misure eseguite dai mezzi per misurare lo spessore in corrispondenza delle posizioni angolari di misura;

20 - azionare i mezzi per correggere lo spessore modificando localmente la temperatura del polimero fuso o film tubolare in formazione in una posizioni angolari di correzione associate a posizioni angolare di misura, in cui viene misurato uno spessore che si discosta dal spessore di riferimento di più di un valore di tolleranza predeterminato.

25 Vantaggiosamente, i mezzi per rilevare la traccia sono atti a compiere una scansione di misure della proprietà fisica in una pluralità di posizioni angolari di rilevazione attorno al film polimerico tubolare, in particolare sono mezzi di misura mobili attorno a detto film tubolare, e i mezzi a programma sono atti a calcolare una durata di primo tentativo della fase di tracciatura, tale che la traccia
30 creata a partire da un istante predeterminato e per la durata di primo tentativo, venga intercettata durante la scansione di misure.

Vantaggiosamente, il dispositivo comprende inoltre mezzi per generare un segnale di calibrazione atti a:

- ricevere un comando di calibrazione da parte di un operatore e/o un segnale di variazione di un parametro operativo;
- generare il segnale di calibrazione quando viene
5 ricevuto il comando di calibrazione e/o il segnale di variazione di un parametro operativo,
in cui il segnale di variazione di un parametro operativo viene ricevuto in corrispondenza di un cambiamento di un parametro operativo dell'impianto di estrusione in bolla
10 scelto in particolare tra:
 - una velocità di trascinamento dei mezzi per trascinare e solidificare il polimero fuso;
 - una velocità di rotazione del banco di stiro dell'impianto di estrusione in bolla;
 - 15 - una portata del polimero fuso attraverso la sorgente di polimero fuso;
 - la temperatura di un'aria di raffreddamento dei mezzi per trascinare e solidificare il polimero fuso,detti mezzi a programma essendo atti a ricevere il segnale
20 di calibrazione ed ad attivare la sequenza di fasi di calibrazione.

In particolare, i mezzi per correggere lo spessore comprendono:

- una pluralità di erogatori in uso disposti attorno il
25 film tubolare alla quota di correzione, in modo tale da dirigere rispettivi flussi di aria di correzione contro il polimero fuso e contro il film tubolare in formazione;
- una pluralità di mezzi di regolazione dell'aria di correzione associati a rispettivi gli erogatori, in
30 particolare una pluralità di luci e/o vie di passaggio a sezione di passaggio variabile,
e i mezzi a programma sono collegati a ed atti a comandare i mezzi di regolazione dell'aria di correzione in modo tale che ciascuno dei flussi di aria di correzione

aumenti/diminuisca secondoché una deviazione rispettivamente
negativa/positiva del spessore del film rispetto al spessore
di riferimento venga rilevata in una rispettiva posizione di
misura associata alla corrispondente posizione di
5 correzione.

In assenza di deviazioni significative di spessore nella
posizione di misura associata, ciascuna di dette luci e/o
vie di passaggio a sezione di passaggio variabile, in
particolare valvole di tipo noto, viene mantenuta in una
10 posizione di apertura normale, lasciando passare una portata
d'aria di riferimento. L'apertura della valvola viene
diminuita/aumentata, per lasciar passare una quantità
inferiore/superiore di aria determinando un
decremento/incremento di spessore che compensa uno
15 scostamento in eccesso/in difetto dello spessore in tale
posizione di misura associata.

Breve descrizione dei disegni

L'invenzione verrà di seguito illustrata con la
descrizione che segue di sue forme realizzative, fatta a
20 titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai
disegni annessi in cui:

- la figura 1 mostra schematicamente un impianto di
estrusione di un film tubolare con un film tubolare in
formazione;
- 25 - le figure 2 e 3 mostrano schematicamente un film
tubolare, in particolare viene mostrato il percorso compiuto
da un elemento materiale dalla filiera ad una quota di
riferimento nel film solidificato;
- la figura 4 è un diagramma a blocchi del metodo secondo
30 l'invenzione;
- le figure 5, 5' e 6 mostrano graficamente la fase di
calcolo della durata della tracciatura nella fase
calibrazione
- la figura 7 è un ulteriore diagramma a blocchi che

mostra i criteri di attivazione del metodo secondo l'invenzione;

- la figura 8 mostra un profilo di spessore del film polimerico alla quota di misura;

5 - la figura 9 mostra i valori di apertura assegnati alle valvole degli erogatori di raffreddamento per correggere il profilo di spessore di figura 8.

- la figura 10 mostra schematicamente una variante realizzativa dei mezzi per produrre un raffreddamento locale del polimero fuso o del film in formazione, allo scopo di
10 creare sul film in formazione una traccia di spessore.

Descrizione di alcune forme realizzative

In figura 1 viene mostrato schematicamente un impianto di estrusione in bolla 10 per produrre un film tubolare 1.
15 L'impianto 10 comprende un estrusore 2 con una testa di estrusione 3 ed una filiera 4 (figure 2 e 3) che costituisce la sorgente ovvero la postazione di alimentazione di un polimero fuso, avente una temperatura predeterminata. Il polimero fuso viene trasformato nel film tubolare 1 avente
20 un asse sostanzialmente verticale 1'. La solidificazione del polimero fuso progressivamente tra la filiera 4 ed una linea di solidificazione 5, sotto l'azione combinata di un sistema di raffreddamento 6 ad aria 6' e di un dispositivo di trazione comprendente una coppia di cilindri di presa 7, che
25 trascinano il film tubolare 1 dopo che questo è stato progressivamente collassato tra due schiere 8, convergenti verticalmente, di cilindri folli non rappresentati. Il polimero fuso solidifica formando il film tubolare 1, sostanzialmente verticale. L'impianto 10 comprende inoltre
30 un banco di stiro 9 per impostare lo stiro del film tubolare 1 collassato, ed una serie di cilindri 11 che accompagnano il film ad uno stoccaggio in bobina, non rappresentato. Tra la linea di solidificazione 5 e le schiere di cilindri 8 è previsto un misuratore di spessore 12, preferibilmente di

tipo capacitivo, che ruota attorno al film tubolare 1. Le misure di spessore vengono pertanto eseguite in una pluralità di posizioni angolari 13 ad una quota di misura z_M , e sono ricevute da un'unità di controllo 14 che comanda un
5 dispositivo 15 per dosare il film tubolare in modo da correggerne lo spessore in alcune delle posizioni angolari 13, in cui si discosti da un valore nominale di riferimento S^* per più di una tolleranza prefissata ΔS .

Nel caso considerato, il banco di stiro 9 è oscillante,
10 ossia compie rotazioni $16,16'$ di ampiezza angolare predeterminata, attorno ad un asse verticale sostanzialmente coincidente con l'asse $1'$, invertendo il senso di marcia ad ogni rotazione. Come mostrato nelle figure 2 e 3, per effetto della trazione esercitata dai cilindri 7 e della
15 rotazione del banco di stiro 9 (figura 1), un elemento materiale 21 di polimero compie un percorso $22,22'$ sostanzialmente elicoidale lungo il film tubolare 1, dalla filiera 4 fino al banco di stiro 9. In particolare, la figura 2 si riferisce al caso in cui il banco di stiro 9
20 stia svolgendo una rotazione 16 in senso orario, e la figura 3 al caso in cui il banco 9 stia svolgendo una rotazione $16'$ in senso antiorario, visto dall'alto. Quindi, un elemento materiale 21 che ad una quota z_C prossima alla filiera 4 si trovi in una posizione angolare descritta da un angolo α
25 rispetto ad un asse di riferimento x , alla quota di misura z_M si troverà in una posizione descritta da una coordinata angolare $\alpha+\delta_1$ nel caso di rotazione oraria, e ad una coordinata $\alpha+\delta_2$ nel caso di rotazione antioraria, dove δ_1 e δ_2 sono angoli di sfasamento computati con rispettivi segni
30 secondoché la rotazione del banco di stiro 9 sia oraria o antioraria, ossia secondoché l'elica del percorso $22,22'$ sia levogira o destrogira. Ovviamente, i percorsi elicoidali $22,22'$ sono anche i percorsi secondo cui si propaga una perturbazione, ad esempio una variazione locale di spessore,

in un punto del film tubolare in formazione. In tali condizioni, se una difformità di spessore è rilevata in corrispondenza di una coordinata angolare β alla quota z_M , si comprende come l'azione correttiva debba essere eseguita
5 alla quota di correzione z_C nella posizione angolare $\beta - \delta_1$ o $\beta - \delta_2$, secondoché la rotazione 16,16' del banco di stiro 9, in quel momento, sia oraria o antioraria.

per conoscere gli angoli di sfasamento δ_1, δ_2 Il metodo
100 secondo uuna forma realizzativa dell'invenzione, è
10 mostrato nello schema a blocchi di figura 4. Tale metodo prevede l'esecuzione di una calibrazione 110 che consiste nel creare una perturbazione di una proprietà fisica del materiale che costituisce il film 1, nel caso considerato lo spessore, a partire da una posizione angolare di riferimento
15 21' ad una quota prossima alla quota z_C che è quella in corrispondenza della quale è prevista la correzione dello spessore. Tale perturbazione crea una traccia 22 che viene rilevata alla quota z_M dal misuratore, in una posizione sfasata degli angoli δ_1 o δ_2 rispetto alla posizione angolare
20 di riferimento 21'.

Nella forma realizzativa preferenziale cui si riferisce il diagramma a blocchi di figura 4, il metodo 100 prevede una fase preliminare 111 di calcolo di una durata di primo tentativo τ della perturbazione, cui corrisponde una
25 lunghezza L della traccia 22 sufficiente perché questa venga intercettata e quindi rilevata come misura di spessore dal misuratore di spessore 12 durante la propria rotazione attorno al film tubolare 1. Ciò è mostrato in dettaglio nella figura 5, in cui è visibile l'intersezione 27 della
30 traccia 22 con la traiettoria 23 individuata alla quota z_M dal posizioni in cui viene misurato lo spessore mediante il misuratore 12. La figura 6 mostra invece la lunghezza della traccia 22 in funzione della durata cioè del tempo t , nonché la durata di primo tentativo τ necessaria perché avvenga

l'intersezione di figura 5 con la traccia 22 avente la lunghezza predeterminata L.

Dopo la fase di calcolo 111 viene eseguita una fase di tracciatura 112 del film polimerico tubolare 1 in
5 formazione. In una forma realizzativa vantaggiosa del metodo, la tracciatura viene eseguita modificando localmente lo spessore del film in formazione 1 a partire da una posizione angolare di marcatura 26 alla quota z_C immediatamente al di fuori della filiera 4 in modo che si
10 formi sul film in formazione 1 una traccia 22 di spessore maggiorato. In base alla fase preliminare di calcolo 111, è prevista una rilevazione 113 della traccia alla quota z_M , in una posizione sfasata degli angoli δ_1 o δ_2 rispetto alla posizione angolare di riferimento 21'. Se l'intersezione ha
15 luogo come mostra la figura 5, l'angolo di sfasamento δ_1 o δ_2 è oggetto di una fase di registrazione 115 e di una fase di compilazione 116 di una tabella 29, in cui a ciascuna delle posizioni angolari di misura 13 di coordinate θ_i della quota di misura z_M , rappresentate in figura 8, sono fatte
20 corrispondere due posizioni angolari 17 di correzione della quota di correzione z_C , aventi coordinate φ_i o φ_i' valide, rispettivamente, quando il banco di stiro 9 ruota in senso orario e quando ruota in senso antiorario. Le posizioni angolari 17, relative al caso in cui il banco di stiro 9
25 ruota in senso orario sono riportate in figura 9, con le rispettive coordinate φ_i rispetto ad un asse orientato come l'asse di figura 8.

Se invece l'intersezione non ha luogo, e quindi neppure la rilevazione 113 dell'angolo δ_1 o δ_2 , viene eseguita una
30 nuova fase di calcolo 117 di una durata di secondo tentativo della tracciatura, maggiore della durata di primo tentativo, dopodiché vengono nuovamente eseguite le fasi dalla 111 alla 116.

Se la tabella 29 è completa delle due colonne relative

ai due sensi di rotazione del banco di stiro 9, ha inizio una sequenza di regolazione 120, in cui sono eseguite in continuo fasi di misurazione dello spessore 121 del film tubolare 1 alla quota z_M in varie coordinate angolari, e fasi di correzione 122 di spessori fuori specifica, ossia di spessori che si discostano dal valore nominale di spessore S^* di un valore superiore ad una tolleranza predeterminata ΔS . Nella fase di correzione 122, viene modificata la temperatura nelle posizioni angolari di correzione 17 della quota z_C associate, in base alla tabella, alle posizioni angolari 13 della quota z_M in cui tali spessori sono fuori specifica.

In una forma realizzativa del metodo, mostrata nel diagramma a blocchi di figura 7, la sequenza di fasi di calibrazione 110 viene attivata da un circuito dalla centrale di controllo 11 preposto a tale attivazione, quando tale circuito acquisisce un comando o richiesta di calibrazione 95. Tale richiesta viene generata nella centrale di controllo 11 a seguito dell'impostazione 92 un parametro di processo 25 dell'impianto di estrusione 10, in particolare:

- la velocità del traino v_T imposta dai cilindri 7 al film tubolare 1;
- la velocità di rotazione ω del banco di stiro 9;
- la portata dell'estrusore 2;
- la temperatura dell'aria 6' del sistema di raffreddamento generale ad aria 6.

La centrale di controllo 14 del dispositivo secondo l'invenzione comprende quindi mezzi a programma atti ad eseguire le sequenze di fasi di calibrazione 110 e di regolazione 120 sopra descritte, in particolare comprende mezzi per acquisire dai mezzi di rilevazione 12 la posizione angolare di rilevazione 27 della traccia 22 prodotta a partire dalla posizione angolare di marcatura 26, nonché

mezzi di calcolo per calcolare:

- i due angoli di sfasamento δ_1 o δ_2 tra la posizione angolare di rilevazione 27 e la posizione angolare di marcatura 26, secondoché il banco di stiro 9 ruoti secondo un senso di rotazione o secondo il senso di rotazione opposto, e quindi secondoché la traccia 22 si estenda sul film 1 in senso levogiro o in senso destrogiro;
- una posizione angolare di correzione 17 corrispondente a ciascuna delle posizioni angolari di misura 13, ciascuna posizione di correzione 17 essendo ottenuta sommando a ciascuna posizione angolare di misura 13 l'angolo di sfasamento δ_1 o δ_2 .

La richiesta di calibrazione 95 può anche essere generata a discrezione di un operatore, a seguito di un comando specifico 91 che questi emette mediante un'interfaccia convenzionale, non rappresentata, con la centrale di controllo 14.

In una forma realizzativa preferenziale, la modifica della temperatura nelle posizioni di correzione 17 è eseguita variando la portata normale dell'aria che viene proiettata da una pluralità di erogatori 51 disposti radialmente attorno al film 1 in formazione.

Come mostra schematicamente la figura 10, in una forma realizzativa i mezzi per correggere lo spessore comprendono una corona di distribuzione 15 avente una pluralità di erogatori radiali 51, nella variante rappresentata trenta erogatori radiali distanziati angularmente di 12° l'uno dall'altro. La corona di distribuzione 15 è ottenuta sovrapponendo ed unendo a tenuta due dischi 50 uguali, aventi forma di corone circolari, nei quali sono realizzate, ad esempio mediante fresatura, le metà superiori ed inferiori dei fori radiali passanti degli erogatori 51, ciascuno con una luce di ingresso 52 ed una luce di uscita 53 per l'aria di correzione, rispettivamente in

corrispondenza del profilo esterno e del profilo interno della corona 15. In corrispondenza di ciascuna luce di ingresso 52 sono previste di connessioni, ad esempio filettature di estremità, per un collegamento con una sorgente 19 di aria di correzione (figura 1). Tra la sorgente 19 di aria di correzione e ciascun erogatore 51 sono previsti mezzi parzializzazione, ad esempio valvole di tipo convenzionale, non rappresentate, dotate di un attuatore modulante preferibilmente elettrico per aumentare o diminuire l'apertura di ciascuna valvola in modo da aumentare o diminuire la portata di aria, ottenendo un raffreddamento (o un riscaldamento) più o meno intenso, secondoché sia necessario aumentare o ridurre (o viceversa) localmente lo spessore del film tubolare 1. Ciò è rappresentato graficamente nelle figure 8 e 9, in cui per semplicità sono riportate ventiquattro posizioni angolari di misura 13 e altrettante posizioni angolari di correzione 17. In alternativa, come mezzi per correggere lo spessore mediante aria, possono essere adottati altri anelli o corone di distribuzione di tipo noto.

In alternativa, la temperatura del film nelle varie posizioni angolari di correzione 17 può essere modificata variando la temperatura dell'aria che esce da ciascun erogatore e mantenendone costante la portata. In tal caso le valvole di regolazione 52 possono essere sostituite da un sistema di raffreddamento/riscaldamento di tipo noto.

La fase di tracciatura può essere eseguita attraverso un erogatore marcatore 18 disposto, come mostra la figura 1, ad una quota prossima alla quota di correzione che proietta contro il film tubolare 1 in formazione un getto di aria di marcatura 62 compressa, preferibilmente ad una pressione superiore a 3 bar, e/o di aria di marcatura 62 refrigerata, che crea un aumento locale di spessore superiore alle normali variazioni locali di spessore del film 1. La traccia

è in tal modo inequivocabilmente rilevata dal misuratore di spessore 12.

5 Secondo altre forme realizzative dell'invenzione, la traccia 22 può essere definita da una variazione di una proprietà del film tubolare 1 diversa dallo spessore, nel qual caso occorre un dispositivo marcatore diverso dall'ugello 18. Ad esempio, il dispositivo marcatore può essere atto a modificare una proprietà ottica, o una proprietà elettrostatica, ad esempio, mediante scariche
10 elettriche localizzate. In entrambi i casi presentati, ed in altri affini, per rilevare la traccia 22 è necessario uno specifico misuratore di tale proprietà, di tipo diverso dal misuratore di spessore necessario per la regolazione della proprietà ottica o elettrostatica posto il più vicino
15 possibile alla quota z_M .

Nelle comuni applicazioni, il metodo ed il dispositivo secondo l'invenzione consentono di raggiungere valori di ΔS dell'ordine del $\pm 2\%$ dello spessore nominale S .

20 La descrizione di cui sopra di forme realizzative specifiche è in grado di mostrare l'invenzione dal punto di vista concettuale in modo che altri, utilizzando la tecnica nota, potranno modificare e/o adattare in varie applicazioni tali forme realizzative specifiche senza ulteriori ricerche e senza allontanarsi dal concetto inventivo, e, quindi, si
25 intende che tali adattamenti e modifiche saranno considerabili come equivalenti delle forme realizzative specifiche. I mezzi e i materiali per realizzare le varie funzioni descritte potranno essere di varia natura senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione. Si intende che le
30 espressioni o la terminologia utilizzate hanno scopo puramente descrittivo e per questo non limitativo.

p.p IM.PLAST. S.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Un metodo per ridurre deviazioni (ΔS) di spessore (S) rispetto ad un valore di spessore di riferimento (S^*) in un film polimerico tubolare (1) mentre detto film polimerico tubolare viene prodotto con un processo di estrusione in bolla (10), detto processo comprendendo le fasi di:
- alimentazione in una postazione di alimentazione (4) di un polimero fuso ad una temperatura predeterminata;
 - 10 - trascinamento verso l'alto e solidificazione di detto polimero fuso fino a formare detto film polimerico tubolare (1) attorno ad un asse (1') sostanzialmente verticale;
 - dosaggio di detto spessore (S) di detto film polimerico tubolare (1) secondo una pluralità di posizioni angolari di dosatura in modo che detto film polimerico tubolare (1) abbia uno spessore (S) sostanzialmente uniforme;
 - 15 - misurazione (121) di detto spessore (S) di detto film polimerico tubolare (1) in una pluralità di posizioni angolari di misura (13) ad una quota di misura (z_M) predefinita rispetto a detta postazione di alimentazione (4),
detto metodo prevedendo le fasi di:
 - 25 - determinazione di una eventuale anomalia di detto spessore (S) nel corso di detta fase (121) di misurazione e associazione di detta anomalia ad una corrispondente di dette posizioni angolari di misura (13);
 - tracciatura (112) di detto film polimerico tubolare (1) alterando il valore di una proprietà fisica di detto film polimerico tubolare (1) in formazione a partire da una prefissata posizione angolare di marcatura (26) ad una quota di marcatura (z_T) che è inferiore a detta quota di misura (z_M), in modo che, per effetto di detto
 - 30

rasciamento verso l'alto, si formi lungo detto film polimerico tubolare (1) una traccia (22) in cui detta proprietà fisica mantiene un valore alterato;

5 - rilevazione (113) di detta traccia (22) in prossimità di detta quota di misura (z_M) e rilevazione di una posizione angolare di rilevazione (27) di detta traccia a detta quota di misura (z_M);

10 - calcolo (115) di un angolo di sfasamento (δ_1, δ_2) attorno a detto asse (1') tra detta posizione angolare di rilevazione (27) e detta posizione angolare di marcatura (26);

15 - correzione (122) di detta anomalia di spessore intervenendo su detta fase di dosaggio ad una determinata posizione angolare di dosatura in funzione di detto angolo di sfasamento (δ_1, δ_2).

2. Un metodo come da rivendicazione 1, in cui detta fase di correzione in funzione di detto angolo di sfasamento (δ_1, δ_2) prevede una fase (116) di associazione, a dette posizioni angolari di misura (13), di rispettive
20 posizioni angolari di correzione (17) rispettivamente corrispondenti a dette posizioni angolari di misura (13), ciascuna associazione essendo ottenuta sommando a ciascuna posizione angolare di misura (13) detto angolo di sfasamento (δ_1, δ_2) computato con segni opposti
25 secondoché detta traccia (22) si estenda su detto film polimerico tubolare (1) in senso levogiro o in senso destrogiro,

in cui dette fasi precedenti (112, 113, 115, 116) formano una sequenza di fasi di calibrazione (110) eseguite
30 ordinatamente una dopo l'altra.

3. Un metodo come da rivendicazione 1, in cui detta fase di correzione prevede una fase (122) di modifica locale di detta temperatura di detto polimero fuso o film polimerico tubolare (1) in formazione in corrispondenza

di una posizione angolare di correzione (17) associata ad una posizione angolare di misura (13) ad una quota di correzione (z_c) prossima a detta quota di marcatura (z_T), in cui viene misurato uno spessore (S) che si discosta da detto spessore di riferimento (S^*) di più di un valore di tolleranza (ΔS^*) predeterminato.

4. Un metodo come da rivendicazione 2, in cui detta fase di rilevazione (113) di detta traccia (22) comprende una scansione di misure di detta proprietà fisica attorno a detto film polimerico tubolare (1), ed in cui detta sequenza di fasi di calibrazione (110) comprende inoltre una fase preliminare di calcolo (111) di una durata di primo tentativo (τ) di detta fase di tracciatura (112) di detto film polimerico tubolare (1), tale che detta traccia (22) creata a partire da un istante predeterminato e per detta durata di primo tentativo (τ), venga intercettata durante detta scansione di misure.

5. Un metodo come da rivendicazione 4 in cui, in caso di mancata intercettazione di detta traccia (22) durante detta scansione di misure, detta sequenza di fasi di calibrazione (110) comprende una ulteriore fase (117) di calcolo di una ulteriore durata di tentativo (τ') di una nuova fase di tracciatura (112), detta ulteriore durata di tentativo (τ') essendo maggiore di detta durata di primo tentativo (τ), e dopo detta ulteriore fase di calcolo (117) vengono nuovamente eseguite le fasi (112,113,115,116,121,122) della rivendicazione 1.

6. Un metodo come da rivendicazione 1, in cui, detta proprietà fisica di detto film polimerico tubolare (1) è scelta tra:

- una proprietà ottica, in particolare scelta tra lucentezza ed opacità;
- una proprietà elettrostatica;
- un'alterazione dello spessore, in particolare

mediante una fase di raffreddamento/riscaldamento locale di detto polimero fuso o di detto film polimerico tubolare (1) in formazione in corrispondenza di detta posizione angolare di marcatura (26) in modo da creare detta traccia (22) avente detto valore di spessore alterato rispetto a detto spessore (S) di detto film polimerico tubolare (1), e detta fase di rilevazione (113) di detta traccia (22) comprende una misura di spessore a detta quota di misura (z_M),

in cui, in particolare, detta fase di raffreddamento/riscaldamento locale prevede una fase di proiezione di un flusso di aria avente una temperatura predeterminata contro detto polimero fuso o film polimerico tubolare (1) in formazione.

7. Un dispositivo per ridurre deviazioni (ΔS) di spessore (S) rispetto ad un valore di spessore di riferimento (S^*) in un film polimerico tubolare (1) mentre detto film polimerico tubolare viene prodotto da un impianto di estrusione in bolla (10), detto impianto di estrusione comprendendo:

- una sorgente (4) di un polimero fuso avente una temperatura predeterminata;

- mezzi per imporre un trascinamento verso l'alto di detto polimero fuso e solidificare detto polimero fuso formando detto film polimerico tubolare (1) attorno ad un asse (1') sostanzialmente verticale, detto dispositivo comprendendo:

- mezzi per misurare (12) detto spessore (S) ad una quota di misura (z_M) predefinita ed in corrispondenza di posizioni angolari di misura (13) predefinite;

- mezzi per correggere (15) detto spessore (S) atti a modificare localmente la temperatura di detto polimero fuso o film polimerico tubolare in formazione (1) in una pluralità di posizioni angolari di correzione (17) ad una quota di correzione (z_C) inferiormente a detta quota di

misura (z_M),

caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre:

- 5 - mezzi per effettuare una tracciatura (18) detto film polimerico tubolare (1) in formazione alterandone il valore di una proprietà fisica a partire da una prefissata posizione angolare di marcatura (26) in prossimità di detta quota di correzione (z_C), in modo che per effetto di detto trascinamento verso l'alto si formi lungo detto film polimerico tubolare (1) una traccia (22)
- 10 in cui detta proprietà fisica mantiene un valore alterato;
- mezzi per rilevare (12) detta traccia (22) in prossimità di detta quota di misura (z_M);
- mezzi a programma (14) atti a:
 - 15 - acquisire detta posizione angolare di marcatura (26) ed una posizione angolare di rilevazione (27) in cui viene rilevata detta traccia (22);
 - calcolare un angolo di sfasamento (δ_1, δ_2) tra detta posizione angolare di rilevazione (27) e detta
 - 20 posizione angolare di marcatura (26);
 - associare a ciascuna di dette posizioni angolari di misura (13) una corrispondente posizione angolare di correzione (17), ciascuna posizione di correzione (17) essendo ottenuta sommando a ciascuna posizione
 - 25 angolare di misura (13) detto angolo di sfasamento (δ_1, δ_2) computato con segni opposti secondoché detta traccia (22) si estenda su detto film polimerico tubolare (1) in senso levogiro o in senso destrogiro,
 - acquisire misure eseguite da detti mezzi per
 - 30 misurare (12) detto spessore (S) in corrispondenza di dette posizioni angolari di misura (13);
 - azionare detti mezzi per correggere (15) detto spessore (S) modificando localmente la temperatura di detto polimero fuso o film polimerico tubolare in
 - 35 formazione (1) in posizioni angolari di correzione

(17) associate a posizioni angolare di misura (13), in cui viene misurato uno spessore (S) che si discosta da detto spessore di riferimento (S*) di più di un valore di tolleranza (ΔS^*) predeterminato.

5 **8.** Un dispositivo come da rivendicazione 7, in cui detti mezzi per rilevare (12) detta traccia (22) sono atti a compiere una scansione di misure di detta proprietà fisica in una pluralità di posizioni angolari di rilevazione (27) attorno a detto film polimerico tubolare (1) e detti mezzi a programma (14) sono atti a calcolare
10 una durata di primo tentativo (τ) di detta tracciatura, tale che detta traccia (22) creata a partire da un istante predeterminato e per detta durata di primo tentativo (τ), venga intercettata durante detta scansione
15 di misure.

9. Un dispositivo come da rivendicazione 7, comprendente inoltre mezzi per generare un segnale di calibrazione (95) atti a:

 - ricevere un comando di calibrazione da parte di un
20 operatore e/o un segnale di variazione di un parametro operativo;

 - generare detto segnale di calibrazione (95) quando viene ricevuto detto comando di calibrazione e/o detto segnale di variazione di un parametro operativo,

25 in cui detto segnale di variazione di un parametro operativo viene ricevuto in corrispondenza di un cambiamento di almeno un parametro operativo di detto impianto di estrusione in bolla (10) scelto in particolare tra:

30 - una velocità di trascinamento di detti mezzi per trascinare verso l'alto e solidificare detto polimero fuso;

 - una velocità di rotazione del banco di stiro di detto impianto di estrusione in bolla (10);

- una portata di detto polimero fuso attraverso detta sorgente (4) di polimero fuso;
 - la temperatura di un'aria di raffreddamento di detti mezzi per trascinare verso l'alto e solidificare detto polimero fuso,
- 5 detti mezzi a programma (14) essendo atti a ricevere detto segnale di calibrazione ed ad attivare detta sequenza di fasi di calibrazione (110) secondo la rivendicazione 2.
- 10 **10.** Un dispositivo come da rivendicazione 7, in cui detti mezzi per correggere (15) detto spessore comprendono:
- una pluralità di erogatori (51) in uso disposti attorno detto film polimerico tubolare (1) a detta quota di correzione (z_c), in modo tale da dirigere rispettivi
- 15 flussi di aria di correzione contro detto polimero fuso e contro detto film polimerico tubolare (1) in formazione;
- una pluralità di mezzi di regolazione di detta aria di correzione associati a rispettivi detti erogatori (51), in particolare una pluralità di luci e/o vie di
- 20 passaggio a sezione di passaggio variabile, e detti mezzi a programma sono collegati a ed atti a comandare detti mezzi di regolazione di detta aria di correzione in modo tale che ciascuno di detti flussi di
- 25 aria di correzione aumenti/diminuisca secondoché una deviazione (ΔS) rispettivamente negativa/positiva di detto spessore (S) di detto film polimerico tubolare (1) rispetto a detto spessore di riferimento (S^*) venga rilevata in una rispettiva posizione di misura (13) associata a detta corrispondente posizione di correzione
- 30 (17).

p.p IM.PLAST. S.r.l.

CLAIMS

1. A method for reducing film thickness (S) deviations (ΔS) with respect to a reference film thickness (S^*) of a blown film (1) while being produced by a blown film extrusion process (10) that comprises the steps of:
- 5
- feeding a molten polymer at a molten polymer source (4), said molten polymer available in use at a predetermined temperature,
 - 10 - upwards dragging and hardening said molten polymer until said blown film (1) is created about a substantially vertical axis (1');
 - metering said thickness (S) of said blown film (1) at a plurality of angular metering positions such that
 - 15 said blown film has a substantially uniform thickness;
 - measuring said thickness of said blown film (1) at a plurality of angular measure positions (13) at a prefixed measure elevation (z_M) with respect to said feed position,
 - 20 said film thickness corrected by locally changing said temperature of said molten polymer or of said blown film while being formed (1) at a plurality of angular correction positions (17) at a prefixed correction elevation (z_C) below said measure elevation (z_M),
 - 25 said method providing the steps of:
 - finding out a possible anomaly of said thickness during said step of measuring (121) said thickness and associating said anomaly to a corresponding position of said angular measure positions (13);
 - 30 - (112) marking said blown film (1) by locally changing the value of a physical property of said blown film (1) while being formed starting from a predetermined angular mark position (26) at a mark

elevation (z_T) that is lower than said measure elevation (z_M), in such a way that, by said upwards dragging, a trace line (22) is formed along said blown film (1) in which said physical property has a modified value;

5 - (113) detecting said trace line (22) proximate to said measure elevation (z_M) and detecting of an angular detection position (27) of said trace line (22) at said measure elevation (z_M);

10 - (115) calculating a displacement angle (δ_1, δ_2) between said angular detection position (27) and said angular mark position (26) about said axis (1');

15 - correcting (122) said thickness anomaly by acting on said step of metering at a prefixed angular metering position responsive to said displacement angle (δ_1, δ_2).

2. A method according to claim 1, wherein said step of correcting with respect to said displacement angle (δ_1, δ_2) provides a step (116) of associating a respective angular correction position (17) that correspond to said angular measure positions (13), respectively, to each of said angular measure positions (13), said association obtained by adding said displacement angle (δ_1, δ_2) to each angular measure position (13), said displacement angle (δ_1, δ_2) computed with opposite signs responsive to whether said trace line (22) extends along said blown film (1) in an anticlockwise direction or in a clockwise direction;

25
30 wherein said previous steps (112, 113, 115, 116) are sequentially carried out and form a calibration step sequence (110).

3. A method according to claim 1, wherein said step of

correcting provides a step (122) of locally modifying said temperature of said molten polymer or of said blown film (1) while being formed at an angular correction position (17) that is associated with an angular measure position (13) at which a wrong film thickness (S) is measured that differs from said reference film thickness (S*) more than a predetermined tolerance value (ΔS^*).

- 5
4. A method according to claim 2, wherein said detecting step (113) of said trace line (22) comprises a scanning and measuring step about said blown film (1) during which said physical property is measured, and wherein said calibration step sequence (110) furthermore comprises a preliminary calculation step (111) of a duration trial value (τ) of said step of marking (112) said blown film (1), such that said trace line (22), which is made starting at a predetermined start time and during said duration trial value (τ), is intercepted during said scanning and measuring step.
- 10
- 15
- 20
5. A method according to claim 4 wherein, in case of no interception of said trace line (22) by said movable detection device (12), said calibration step sequence (110) comprises a further calculation step (117) of a further duration trial value (τ') of a further step (112) of marking said blown film, said further duration trial value (τ') which is greater than said duration trial value (τ), and after said further calculation step (117) the steps (112,113,115,116,121,122) according to claim 1 are repeated.
- 25
- 30
6. A method according to claim 1, wherein, said physical property of said blown film (1) is selected from the

group comprised of:

- an optical property, in particular selected from the group of gloss and haze;

- an electrostatic property;

5 - a thickness that locally differs from said film thickness of a predetermined amount, in particular, obtained by a step of locally cooling/heating said molten polymer or said blown film (1) while being formed at said angular mark position (26), such that
10 said trace line (22) is formed along said blown film (1) which has said trace thickness that differs from said film thickness of a predetermined amount, and said step (113) of detecting said trace (22) comprises a measure step at said measure elevation (z_M),

15 in particular, said cooling step comprises a step of directing an air flow at a predetermined air temperature, said air flow directed towards said molten polymer or towards said blown film (1) while being formed.

20 **7.** A device for reducing film thickness (S) deviations (ΔS) with respect to a reference film thickness (S^*) of a blown film (1) while being produced in a blown film extrusion line (10), said blown film extrusion line comprising:

25 - a molten polymer source (4) at a predetermined temperature;

- an upwards dragging and hardening means of said molten polymer adapted to create said blown film (1) about a substantially vertical axis (1'),

30 said device comprising:

- a film thickness measuring means (12) for measuring said thickness (S) at a prefixed measure elevation (z_M) and at predetermined angular measure positions (13);

- a film thickness correction means (15) for correcting said thickness (S) by locally changing the temperature of said molten polymer or of said blown film (1) while being formed at a plurality of angular correction positions (17) and at a prefixed correction elevation (z_C) below said measure elevation (z_M),

characterised in that it furthermore comprises:

- a film marking means (18) for performing a marking said blown film (1) by locally changing the value of a physical property of said blown film (1) starting from a predetermined angular mark position (26) proximate to said correction elevation (z_C), in such a way that, by said upwards dragging, a trace line (22) is formed along said blown film (1) in which said physical property has a modified value;

- a trace line detecting means (12) for detecting said trace line (22) proximate to said measure elevation (z_M);

- a program means (14) suitable for:

- receiving said predetermined angular mark position (26) and an angular detection position (27) at which said trace (22) is detected;

- calculating a displacement angle (δ_1, δ_2) between said angular detection position (27) and said angular mark position (26);

- associating to each of said angular measure positions (13) a corresponding angular correction position (17), each correction position (17) obtained by adding said displacement angle (δ_1, δ_2) to each angular measure position (13), said displacement angle (δ_1, δ_2) computed with opposite signs responsive to whether said trace line (22) extends along said blown film (1) in an anticlockwise direction or in a clockwise

direction;

- receiving measures that are carried out by film thickness measuring means (12) at said angular measure positions (13);

5 actuating said film thickness correction means (15) by locally modifying said temperature of said molten polymer or of said blown film (1) while being formed at angular correction position (17) that are associated with angular measure positions (13) at
10 which a film thickness (S) is measured that differs from said reference film thickness more than a predetermined tolerance value (ΔS^*).

8. A device according to claim 7, wherein said trace line detecting means (12) is suitable for performing a
15 scanning and measuring step of said physical property at a plurality of angular detection positions (27) about said blown film (1), and said program means (14) is adapted to calculate a duration trial value (τ) of said marking such that said trace line (22), which is
20 made starting at a predetermined start time and during said duration trial value (τ), is intercepted during said scanning and measuring step.

9. A device according to claim 7, comprising furthermore a calibration signal (95) generation means that is
25 adapted to:

- receive a calibration command of an operator and/or an operating parameter change signal;
- generate said calibration signal (95) when said calibration command and/or an operating parameter
30 change signal is received at said generation means, wherein said operating parameter change signal is received at a change of at least one operating parameter of said blown film extrusion line (10), in

particular said operating parameter is selected from the group comprised of:

- a upwards dragging speed of said dragging and hardening means;

5 - a rotation speed of a primary nip of said blown film extrusion line (10) about said axis (1');

- said molten polymer throughput through said molten polymer source (4);

10 - a cooling air temperature of said upwards dragging and hardening means,

said program means (14) adapted to receive said calibration signal and to actuate said calibration step sequence (110) according to claim 2.

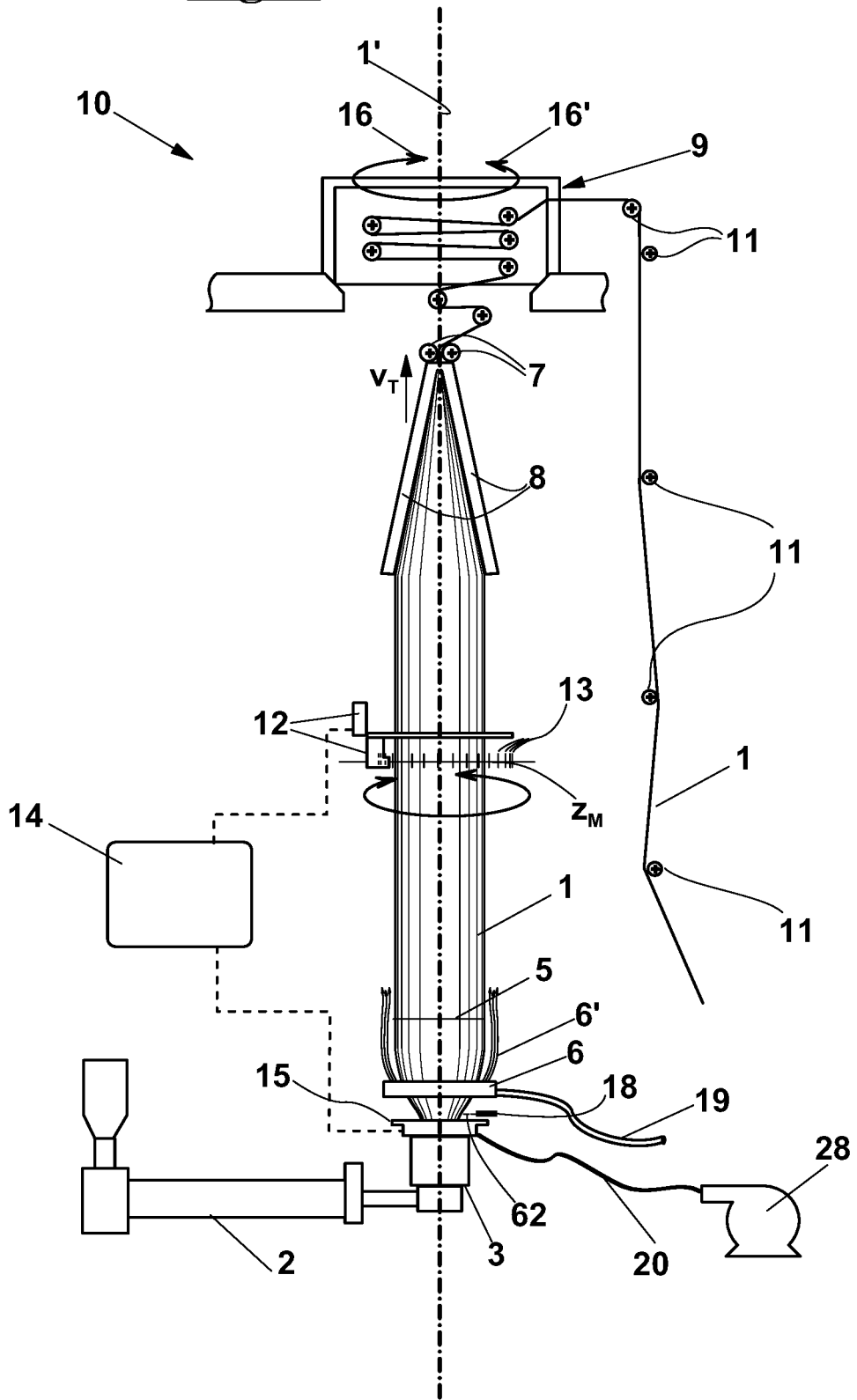
10. A device according to claim 7, wherein said film thickness correction means (15) comprises:

15 - a plurality of air supplying members (51) in use arranged about said blown film (1) at said correction elevation (z_c), such that respective correction air flows can be directed towards said molten polymer or towards said blown film (1) while being formed;

20 - a plurality of correction air flow adjusting means associated to respective said air supplying members (51), in particular a plurality of variable cross section passage ports and/or passageways,

25 and said program means (14) is connected to and adapted to control said air flow adjusting means in such a way that each of said air flows at a respective correcting position (17) is increased/lowered responsive to whether respectively a negative/positive deviation (ΔS) of said film thickness (S) from said reference value (S^*) is detected at a measure position (13) that is associated to said corresponding
30 correction position (17).

Fig. 1



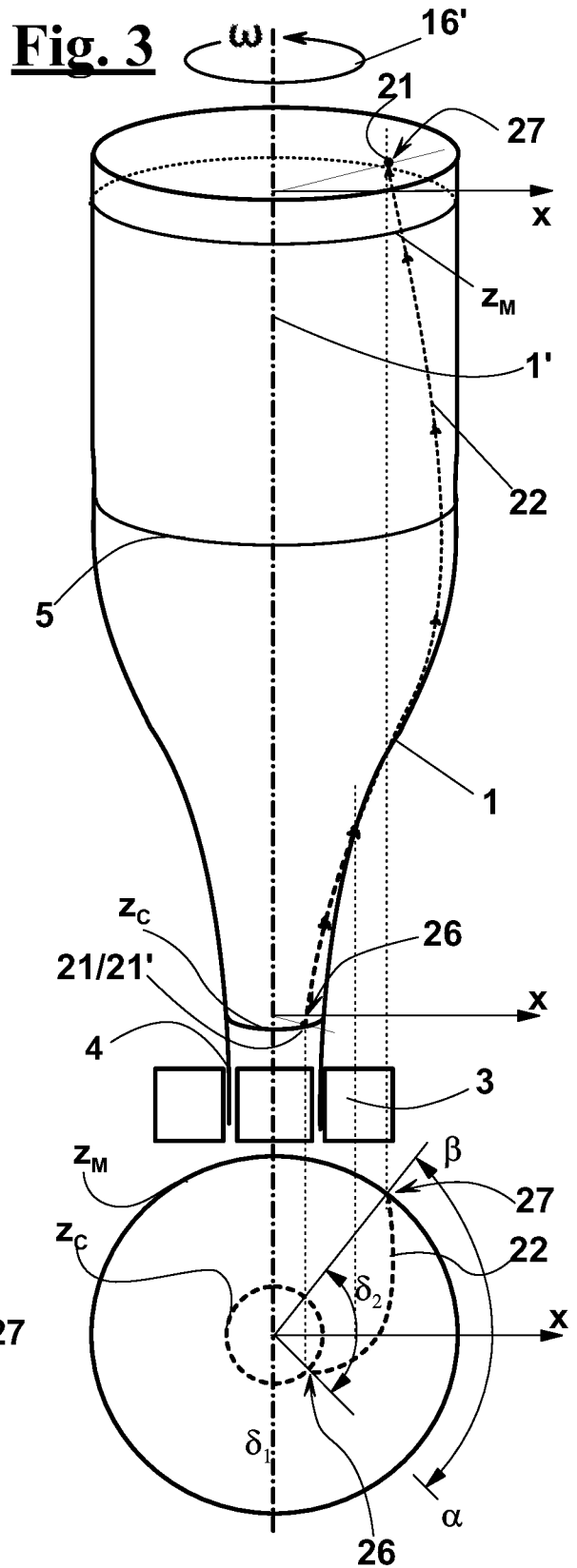
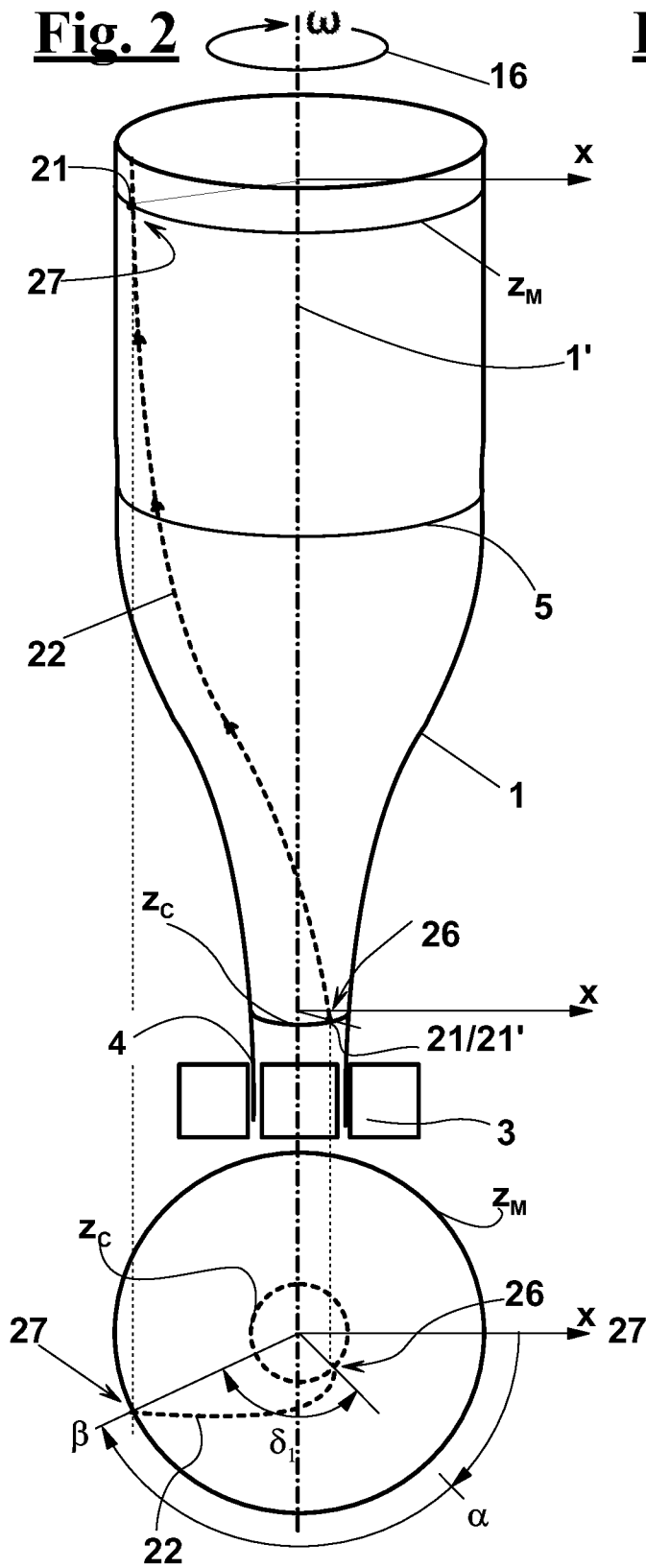
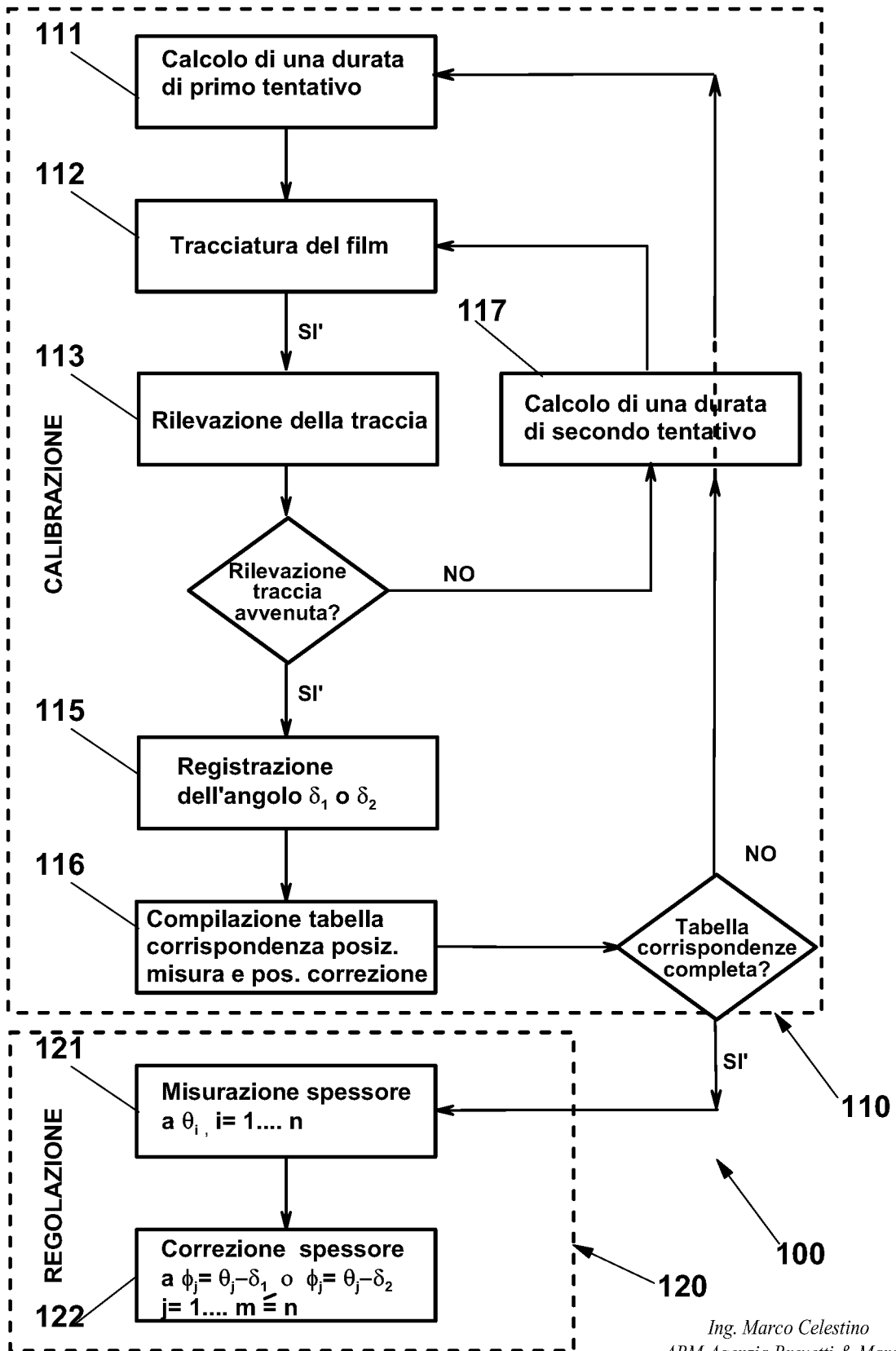


Fig. 4



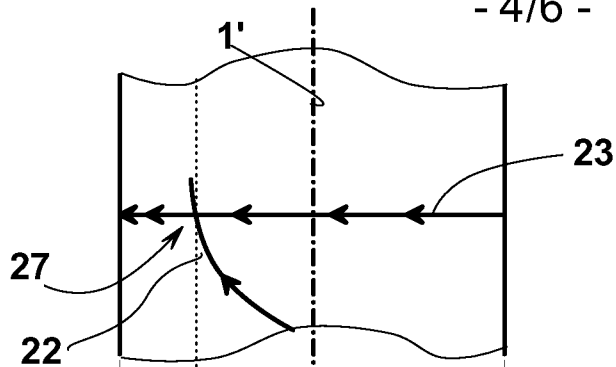


Fig. 5

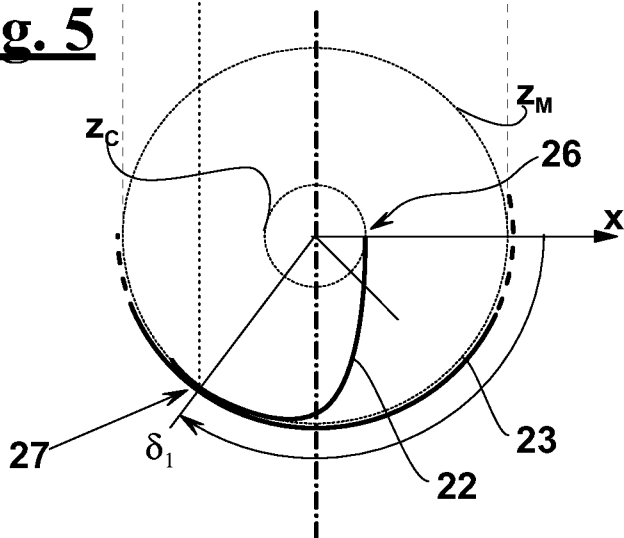


Fig. 5'

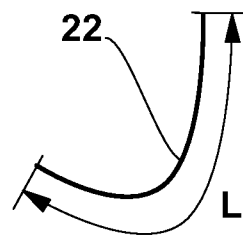


Fig. 6

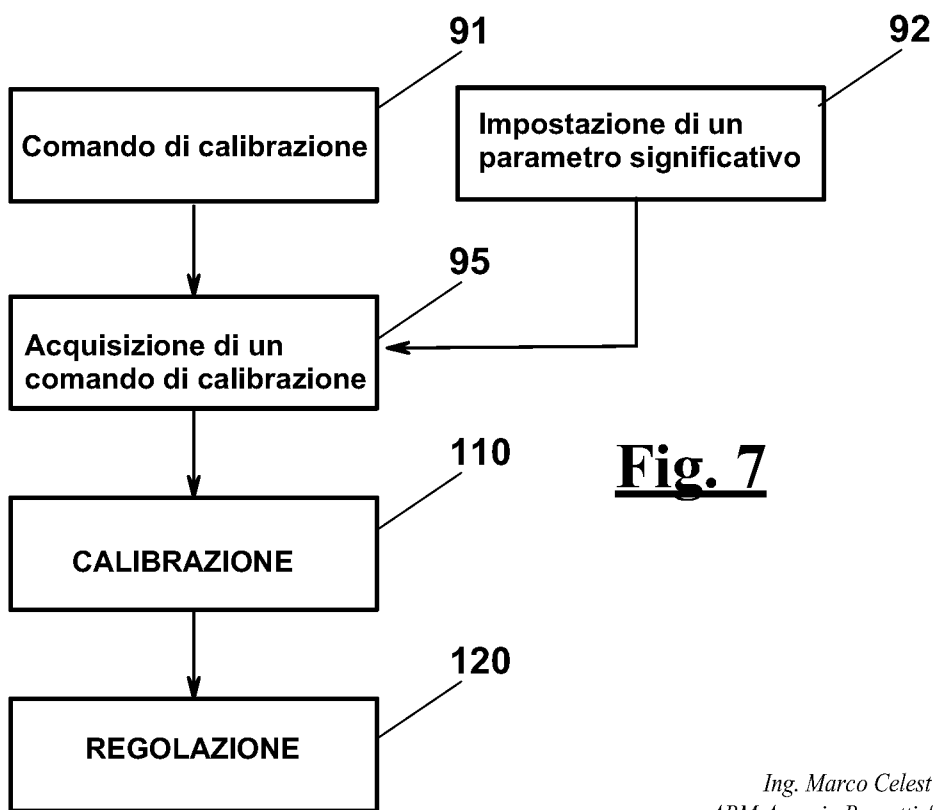
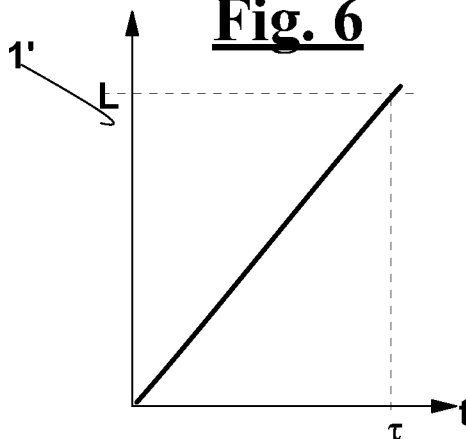


Fig. 7

Fig. 10

