

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000029324
Data Deposito	19/11/2021
Data Pubblicazione	19/05/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	48	92

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	48	21

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	48	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	B	11	06

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	B	7	06

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	48	10

Titolo

PROCEDIMENTO E APPARECCHIATURA PER LA MISURA DELLO SPESSORE DI UNO O PIU' STRATI DI UN FILM MULTISTRATO

PROCEDIMENTO E APPARECCHIATURA PER LA MISURA DELLO SPESSORE DI UNO O PIU' STRATI DI UN FILM MULTISTRATO

Campo tecnico dell'invenzione

5 La presente invenzione riguarda un procedimento e un'apparecchiatura per la misura dello spessore di uno o più strati di un film multistrato, cioè di un film formato da una pluralità di strati sovrapposti di materiali diversi.

Più in particolare, la presente invenzione riguarda un procedimento e un'apparecchiatura per misurare, in un film multistrato formato da uno o più strati di un primo materiale e
10 uno o più strati di un secondo materiale, lo spessore complessivo del primo materiale (vale a dire lo spessore dello strato del primo materiale, nel caso in cui il film contenga un solo strato del primo materiale, o la somma degli spessori degli strati del primo materiale, nel caso in cui il film contenga più strati del primo materiale) e lo spessore complessivo del secondo materiale (vale a dire lo spessore dello strato del secondo
15 materiale, nel caso in cui il film contenga un solo strato del secondo materiale, o la somma degli spessori degli strati del secondo materiale, nel caso in cui il film contenga più strati del secondo materiale).

Stato dell'arte

20 È ampiamente diffuso, ad esempio in campo alimentare, l'uso di film multistrato comprendenti uno o più strati interni cosiddetti "barriera", aventi la funzione di impedire il passaggio di gas, in particolare ossigeno. Tali strati barriera sono ad esempio realizzati in EVOH. In un film multistrato possono essere previsti uno o più strati barriera, normalmente disposti all'interno del film, intervallati a strati di altro materiale. Il film
25 multistrato può ad esempio comprendere la seguente sequenza di tre strati: materiale neutro, EVOH, materiale neutro, dove il materiale neutro è ad esempio polietilene. Nel caso di due strati barriera, il film multistrato può ad esempio comprendere la seguente sequenza di cinque strati: materiale neutro, EVOH, materiale neutro, EVOH, materiale neutro.

30 Conoscere in linea l'esatto spessore dei singoli strati di un film multistrato, in particolare dello strato barriera, ove presente, garantirebbe diversi vantaggi ai produttori di film multistrato, ad esempio il poter monitorare con precisione il prodotto, il poter individuare tempestivamente la presenza di eventuali difetti nella composizione dei singoli strati del film, e il poter eventualmente modificare e sviluppare la ricetta del film avendo un

controllo direttamente in linea. Vi è dunque l'esigenza di mettere a disposizione dei produttori di film multistrato una soluzione che permetta di misurare in modo affidabile, veloce ed efficace lo spessore dei singoli strati di un film multistrato.

5 Sono già note soluzioni per la misura dello spessore di singoli strati di un film multistrato, che sono tuttavia affette da una serie di inconvenienti, in particolare il fatto di non permettere di eseguire in maniera rapida e comodamente applicabile una misura in linea dello spessore dello strato (o degli strati) di materiale di interesse.

10 Ad esempio, EP2026032 descrive un procedimento per la misura dello spessore di uno strato di un primo materiale in un film comprendente anche un secondo materiale, basato sul confronto fra il segnale ottenuto da un dispositivo di misura, in particolare di tipo capacitivo, quando lo strato interessato è presente con il segnale ottenuto quando lo strato interessato non è presente, cioè quando il film è composto solamente dal secondo materiale.

15 EP1205293 descrive un procedimento per la misura dello spessore di uno strato di materiale in un film multistrato basato sull'esecuzione di più misure di capacità in condizioni diverse, in particolare a temperature diverse.

20 Inoltre, EP1969304 descrive un procedimento per determinare lo spessore di film multistrato comprendenti strati di vari materiali non conduttivi, mediante utilizzo di un primo sensore, di un secondo sensore ed eventualmente di ulteriori sensori. Il primo sensore misura il profilo dello spessore totale del film con un ciclo di misura breve, della durata di circa 1-2 minuti, ma con un notevole margine di errore, mentre il secondo sensore misura il profilo dello spessore totale del film con un piccolo margine di errore, ma con un ciclo di misura di durata più lunga, all'incirca da 10 a 30 minuti. Confrontando i due profili di spessore così ottenuti viene calcolato un profilo di correzione per il primo
25 sensore, che può essere applicato a tutti i profili di spessore misurati da tale sensore, fino a che non viene reso disponibile dal secondo sensore un profilo di spessore più accurato con cui calcolare un nuovo profilo di correzione.

Sommario dell'invenzione

30 Scopo della presente invenzione è fornire un procedimento e un'apparecchiatura che permettano di misurare in linea, cioè durante il processo di produzione di un film multistrato, lo spessore di uno strato, in particolare uno strato di materiale barriera, del film.

Questo e altri scopi sono pienamente raggiunti, secondo un primo aspetto della presente

invenzione, grazie a un procedimento come definito nell'annessa rivendicazione indipendente 1 e, secondo un ulteriore aspetto della presente invenzione, grazie a un'apparecchiatura come definita nell'annessa rivendicazione indipendente 8.

5 Modalità di attuazione vantaggiose del procedimento secondo l'invenzione, nonché forme di realizzazione vantaggiose dell'apparecchiatura secondo l'invenzione, formano oggetto delle rivendicazioni dipendenti, il cui contenuto è da intendersi come parte integrante della presente descrizione.

10 In sintesi, l'invenzione si fonda sull'idea di utilizzare un primo sensore di tipo ottico e un secondo sensore di tipo capacitivo, in cui il primo sensore è configurato per misurare lo spessore totale del film in maniera diretta, assoluta e indipendente dalla composizione e dai materiali del film, mentre il secondo sensore è configurato per fornire un segnale di misura che è la somma dei segnali dati dal primo e dal secondo materiale del film, dove il segnale dato da ciascun materiale del film è funzione dello spessore di tale materiale (nel caso di più strati di uno stesso materiale, lo spessore totale di tali strati).

15 Il primo sensore è vantaggiosamente configurato per misurare in modo non interferometrico lo spessore totale del film, in particolare tramite l'ombra proiettata dal film mentre questo viene fatto scorrere su un cilindro e investito da un fascio ottico collimato. A tale scopo, il primo sensore comprende una testa emettitrice, che è posta da un lato del cilindro ed è configurata per emettere il fascio ottico contro il film, e una
20 testa ricevitrice, che è posta sul lato opposto del cilindro rispetto alla testa emettitrice ed è configurata per analizzare l'ombra generata dal film investito dal fascio ottico in modo da determinare lo spessore totale del film stesso.

Al secondo sensore (sensore capacitivo), vantaggiosamente scelto come sensore contactless a riflessione, è vantaggiosamente associato un terzo sensore, in particolare
25 un sensore induttivo, configurato per misurare la distanza del secondo sensore dal cilindro, in modo da fornire contemporaneamente un offset di zero al primo sensore e, tramite il segnale induttivo fornito dal terzo sensore, rimuovere il contributo dell'aria al segnale capacitivo fornito dal secondo sensore.

Il sistema di misura secondo l'invenzione non prevede quindi la dipendenza di valori,
30 quali le costanti dielettriche dei materiali del film, come proposto nel summenzionato documento EP1969304, che vanno forniti in maniera preventiva al sistema lasciando la possibilità di introdurre errori nella valutazione della misura. Una particolare fonte di errore può essere in particolare la temperatura, in quanto le costanti dielettriche variano anche in misura superiore al 100% a seconda della temperatura del materiale. Lo stesso

può valere per disturbi o differenze intrinseche tra una macchina e un'altra o tra un sensore e un altro, il che rende difficile fornire valori corretti delle grandezze misurate, se non tramite l'uso di campioni e di lunghi procedimenti di campionatura sul posto.

Il sistema di misura secondo l'invenzione permette di ottenere direttamente i valori L_1 e L_2 dello spessore dello strato (o degli strati) del primo materiale (ad esempio materiale neutro, quale polietilene) e rispettivamente dello spessore dello strato (o degli strati) del secondo materiale (ad esempio materia barriera, quale EVOH) a partire dal segnale ottico S_{ott} fornito dal primo sensore e dal segnale capacitivo S_{cap} fornito dal secondo sensore, sulla base del seguente sistema di equazioni:

10 (1) $S_{ott} = L_1 + L_2;$

(2) $S_{cap} = k_1 \cdot L_1 + k_2 \cdot L_2.$

I parametri k_1 e k_2 sono determinabili nel seguente modo. Il parametro k_1 può essere determinato, durante la prima fase di accensione dell'impianto di produzione del film, sulla base del segnale S_{cap} fornito dal secondo sensore quando il film è formato dal solo primo materiale (e dunque $L_2 = 0$). Il parametro k_2 si ottiene dall'equazione (2) utilizzando il valore medio del segnale S_{cap} e i valori medi di L_1 e L_2 , sulla base della seguente equazione:

(3) $k_2 = (\overline{S_{cap}} - k_1 \cdot \overline{L_1}) / \overline{L_2}.$

I valori medi di L_1 e L_2 possono essere forniti dai dispositivi dosatori dell'impianto, ad esempio di tipo gravimetrico, che misurano le quantità del primo materiale e del secondo materiale immesse nell'impianto. In alternativa, tali valori medi possono essere imposti uguali ai valori nominali di L_1 e L_2 .

Il sistema di misura è così in grado di calibrarsi continuamente senza operazioni e può essere utilizzato su qualsiasi materiale senza bisogno di conoscerne preventivamente il valore della costante dielettrica, il che permette di eliminare una notevole fonte di errore. Il fatto poi che la misura ottenuta con un tale sistema di misura non dipenda dalle condizioni ambientali del materiale, ad esempio dalla temperatura, permette di eliminare un'ulteriore fonte di errore.

Un ulteriore vantaggio del sistema di misura secondo l'invenzione è che il sistema non richiede ulteriori operazioni, ai fini della calibrazione, rispetto a quelle che vengono già normalmente eseguite sull'impianto. Ad esempio, far funzionare l'impianto per produrre il solo film neutro, senza strato/i di materiale barriera, è un'operazione che viene già comunemente eseguita all'accensione dell'impianto, per cui il calcolo del parametro k_1 nel modo sopra illustrato non richiede l'esecuzione di un'operazione ad hoc.

Inoltre, il sistema di misura funziona correttamente a prescindere dal fatto che gli strati da misurare siano colorati, opachi o trasparenti. L'unico requisito è che il primo materiale e il secondo materiale abbiano costanti dielettriche diverse l'uno dall'altro, seppure di una minima quantità. Questo solitamente non è un problema per i materiali (ad esempio

5 PE ed EVOH) comunemente utilizzati per i film multistrato con barriera, anche in condizioni di temperatura ambiente standard. Non sussiste quindi la necessità di avere una temperatura più alta di quella ambiente standard per aumentare la differenza dielettrica tra i materiali, in quanto si è constatato sperimentalmente che anche a temperatura ambiente standard l'invenzione è in grado di rilevare spessori dell'ordine del

10 singolo micron di EVOH in poche decine di micron di PE.

Un ulteriore vantaggio della presente invenzione è il fatto che i sensori operano nello stesso identico punto e nelle stesse condizioni ambientali.

Il sistema di misura permette inoltre di misurare lo spessore degli strati di un film formato da più di due materiali, a patto che tali materiali siano "analoghi", vale a dire siano

15 caratterizzati da relazioni fra lo spessore e il segnale generato dal secondo sensore (sensore capacitivo) apprezzabilmente uguali. Il sistema di misura in questo caso misura lo spessore degli strati di due o più materiali "analoghi" come se fossero strati dello stesso materiale. Ad esempio, in un film multistrato avente in sequenza uno strato di materiale neutro, uno strato di un primo materiale barriera, uno strato di un secondo

20 materiale barriera, un ulteriore strato del primo materiale barriera e un ulteriore strato del materiale neutro, dove i due materiali barriera sono materiali diversi ma caratterizzati da relazioni di spessore - segnale capacitivo apprezzabilmente simili, il sistema di misura sarebbe in grado di misurare la somma L_1 degli spessori dei due strati di materiale neutro e la somma L_2 degli spessori dei due strati del primo materiale barriera e dello strato del

25 secondo materiale barriera.

L'invenzione può essere utilizzata sia per la misura dello spessore di strati di materiale in film prodotti mediante processo di estrusione cast, in cui il film è singolo, sia per la misura dello spessore di strati di materiale in film prodotti mediante processo di estrusione in bolla, in cui il film è spesso in forma di tubolare appiattito, e quindi "doppio",

30 nel qual caso il sistema di misura secondo l'invenzione permette di determinare un profilo di spessore per tutti i singoli settori della bolla. Nel caso di utilizzo dell'invenzione in un impianto per la produzione di film in bolla, il fatto che l'apparecchiatura di misura possa essere montata lontana dal traino fa sì che la misura non sia affetta da variazioni di temperatura, e dunque di costanti dielettriche, che possono verificarsi nei pressi della

35 fase di bolla.

Breve descrizione delle figure

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno più chiaramente dalla descrizione che segue, fatta a puro titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni allegati in cui:

- 5 - le figure 1 e 2 sono rispettivamente una vista prospettica e una vista frontale di un'apparecchiatura per la misura dello spessore di uno o più strati di un film multistrato secondo una forma di realizzazione della presente invenzione.

Descrizione dettagliata

- 10 Con riferimento alle figure 1 e 2, con 10 è complessivamente indicata un'apparecchiatura di misura configurata per misurare lo spessore di uno o più strati di un film multistrato F, in particolare un film multistrato formato da uno o più strati di un primo materiale e uno o più strati di un secondo materiale. Nella descrizione che segue si farà riferimento al caso in cui il film F comprende una coppia di strati esterni di PE quale primo materiale e
- 15 uno strato interno di EVOH quale secondo materiale, ma è chiaro che l'invenzione è applicabile anche alla misura dello spessore di strati di film multistrato aventi un diverso numero di strati e/o una diversa composizione.

- L'apparecchiatura di misura 10 è installabile in un qualsiasi punto a valle della testa di estrusione, nel caso di impianto per la produzione di film multistrato mediante processo
- 20 di estrusione cast, o a valle del traino, nel caso di impianto per la produzione di film multistrato mediante processo di estrusione in bolla.

- L'apparecchiatura di misura 10 comprende un cilindro 12 di materiale metallico, elettricamente collegato a terra. Il cilindro 12 è supportato in modo girevole intorno al proprio asse (indicato con x), che è preferibilmente orientato orizzontalmente. Sul cilindro
- 25 12 viene fatto scorrere il film F (figura 2), che nel caso di applicazione dell'apparecchiatura in un impianto di estrusione in bolla sarà il film tubolare appiattito in uscita dal traino, in modo da deviare il percorso del film stesso, cioè in modo che il ramo di film (indicato con freccia F_{OUT}) in uscita dal cilindro 12 non si estenda lungo la medesima direzione del ramo di film in ingresso (indicato con freccia F_{IN}), ma formi un
- 30 certo angolo con quest'ultimo, in particolare un angolo compreso fra 90° e 150° , preferibilmente un angolo compreso fra 90° e 120° .

L'apparecchiatura di misura 10 comprende inoltre un sensore capacitivo 14 disposto con il proprio asse di misura (indicato con z) in un piano, in particolare un piano verticale, passante per l'asse x del cilindro 12, a una certa distanza dalla superficie laterale del

cilindro 12. Tale distanza dipende dallo specifico sensore utilizzato, ma sarà tipicamente dell'ordine di alcuni millimetri.

L'apparecchiatura di misura 10 comprende inoltre un sensore ottico atto a misurare in modo non interferometrico lo spessore totale del film F. Nell'esempio qui proposto, il sensore ottico è del tipo a proiezione d'ombra ed è configurato per rilevare l'ombra proiettata dal film F mentre questo viene fatto scorrere sul cilindro 12 e nel contempo viene investito da un fascio ottico collimato. In questo caso, quindi, il sensore ottico comprende una testa emettitrice 16, che è posta da un lato del cilindro 12 (a destra del cilindro, rispetto al punto di vista dell'osservatore delle figure 1 e 2) ed è configurata per emettere un fascio ottico B, e una testa ricevitrice 18, che è posta sul lato opposto del cilindro 12 rispetto alla testa emettitrice 16 (dunque, nel presente caso, a sinistra del cilindro, rispetto al punto di vista dell'osservatore delle figure 1 e 2) ed è configurata per analizzare l'ombra generata al film F investito dal fascio ottico B in modo da determinare lo spessore totale del film stesso. La direzione del fascio ottico B giace in un piano perpendicolare all'asse x del cilindro 12 ed è perpendicolare all'asse di misura z del sensore capacitivo 14.

Sia il sensore capacitivo 14 sia il sensore ottico 16, 18 acquisiscono quindi i rispettivi segnali di misura su un tratto di film F a contatto con la superficie esterna del cilindro 12. Vantaggiosamente, al sensore capacitivo 14 è associato, preferibilmente integrato nello stesso sensore capacitivo, un sensore induttivo (non mostrato, ma comunque di tipo per sé noto) atto a misurare la distanza fra il sensore capacitivo 14 e il cilindro 12, in modo da fornire contemporaneamente un offset di zero al sensore ottico e, tramite il segnale induttivo fornito dal sensore induttivo, rimuovere il contributo dell'aria al segnale capacitivo fornito dal sensore capacitivo 14.

Come spiegato in precedenza, dato un film multistrato comprendente uno o più strati di un primo materiale (ad esempio un materiale neutro quale PE) di spessore complessivo pari a L_1 e uno o più strati di un secondo materiale (ad esempio un materiale barriera quale EVOH) di spessore complessivo pari a L_2 , i valori degli spessori L_1 e L_2 saranno calcolati da opportuni mezzi elaboratori (per sé noti) risolvendo il sistema delle equazioni (1) e (2) sopra riportate sulla base dei valori dei segnali S_{ott} e S_{cap} forniti a tali mezzi elaboratori rispettivamente dal sensore ottico e dal sensore capacitivo. Per quanto riguarda i parametri k_1 e k_2 che compaiono nell'equazione (2), il primo sarà vantaggiosamente determinato, durante la prima fase di accensione dell'impianto di produzione del film, sulla base del segnale S_{cap} fornito dal sensore capacitivo quando il film è formato dal solo primo materiale (e dunque $L_2 = 0$), mentre il secondo sarà

vantaggiosamente determinato durante il funzionamento dall'equazione (3) sopra riportata, sulla base del valore medio del segnale S_{cap} e dei valori medi di L_1 e L_2 . I valori medi di L_1 e L_2 possono ad esempio essere forniti dai dispositivi dosatori, ad esempio di tipo gravimetrico, che misurano le quantità del primo materiale e del secondo materiale
5 immesse nell'impianto. In alternativa, i valori medi di L_1 e L_2 possono essere forniti dall'operatore in fase di calibrazione.

A scopo esemplificativo viene qui illustrato il procedimento di misura nel caso di un film multistrato con spessore totale pari a 30 μm , di cui 25 μm sono composti da PE e 5 μm sono composti da EVOH, e con una struttura comprendente un primo strato di 12,5 μm
10 di PE, uno strato di 5 μm di EVOH e un secondo strato di 12,5 μm di PE. All'avviamento la linea inizierà a produrre un film di 25 μm di PE, per cui il sensore ottico fornirà un segnale:

$$S_{ott} = L_1 = 25 \mu m.$$

Durante questa fase il sensore capacitivo starà misurando un valore non calibrato (e
15 quindi di nessuna importanza), ad esempio pari a 40 μm . L'equazione (2) sopra riportata diventerà quindi (essendo $L_2 = 0$):

$$S_{cap} = k_1 \cdot L_1 = 40 \mu m.$$

Inserendo il valore $L_1 = 25 \mu m$ misurato con il sensore ottico si ottiene il valore del primo coefficiente di calibrazione:

$$20 \quad k_1 = S_{cap} / L_1 = 40 \mu m / 25 \mu m = 1,6.$$

Quando nella linea verrà introdotto l'EVOH, e quindi il film conterrà sia gli strati di spessore L_1 sia gli strati di spessore L_2 , il sensore ottico fornirà un segnale di misura

$$S_{ott} = L_1 + L_2 = 30 \mu m,$$

mentre il sensore capacitivo fornirà di nuovo un segnale di misura non calibrato, ad
25 esempio pari a 50 μm . La relazione (2) sopra riportata diventerà quindi:

$$S_{cap} = 1,6 \cdot L_1 + k_2 \cdot L_2 = 50 \mu m.$$

A questo punto viene eseguita una seconda calibrazione per determinare il coefficiente k_2 , utilizzando i valori medi di L_1 e L_2 , e cioè $\overline{L_1} = 25 \mu m$ e $\overline{L_2} = 5 \mu m$, forniti ad esempio dai dispositivi dosatori dell'impianto o inseriti manualmente dall'operatore sulla base dei
30 valori nominali o sulla base di valori misurati in laboratorio.

Dalla precedente relazione si ottiene così

$$k_2 = (50 \mu m - 1,6 \cdot 25 \mu m) / 5 \mu m = 2.$$

Da questo momento in avanti l'apparecchiatura di misura sarà quindi in grado di misurare

lo spessore L_2 in ogni momento.

Se per qualche motivo la linea dovesse produrre poi un film con una struttura variata, ad esempio con un primo strato di PE di spessore $12\text{ }\mu\text{m}$, con uno strato intermedio di EVOH di spessore $6\text{ }\mu\text{m}$ e con un secondo strato di PE di spessore $14\text{ }\mu\text{m}$, il sensore ottico e il sensore capacitivo fornirebbero i seguenti segnali:

$$S_{\text{ott}} = 26\text{ }\mu\text{m} + 6\text{ }\mu\text{m} = 32\text{ }\mu\text{m}$$

$$S_{\text{cap}} = 1,6 \cdot 26\text{ }\mu\text{m} + 2 \cdot 6\text{ }\mu\text{m} = 53,6\text{ }\mu\text{m}.$$

Sulla base di tali valori dei segnali S_{ott} e S_{cap} forniti rispettivamente dal sensore ottico e dal sensore capacitivo, nonché dei valori dei parametri k_1 e k_2 determinati come sopra descritto, l'apparecchiatura di misura calcola gli spessori L_1 e L_2 risolvendo il sistema delle equazioni (1) e (2) e ottenendo quindi i seguenti risultati (che corrispondono esattamente alla somma degli spessori dei due strati di PE e allo spessore dello strato intermedio di EVOH):

$$L_2 = (S_{\text{cap}} - k_1 \cdot S_{\text{ott}}) / (k_2 - k_1) = (53,6\text{ }\mu\text{m} - 1,6 \cdot 32\text{ }\mu\text{m}) / (2 - 1,6) = 6\text{ }\mu\text{m}$$

$$L_1 = S_{\text{ott}} - L_2 = 32\text{ }\mu\text{m} - 6\text{ }\mu\text{m} = 26\text{ }\mu\text{m}.$$

La presente invenzione è stata fin qui descritta con riferimento a un suo esempio preferito. È da intendersi che possono essere previste altre forme di realizzazione e altre modalità di attuazione dell'invenzione basate sul medesimo nucleo inventivo, come definito dalle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per misurare, in un film (F) multistrato con uno o più strati di un primo materiale e uno o più strati di un secondo materiale, lo spessore complessivo (L_1) del primo materiale e/o lo spessore complessivo (L_2) del secondo materiale, il procedimento comprendendo le operazioni di:
- 5 a) acquisire mediante un sensore ottico (16, 18) un primo segnale di misura (S_{ott}) che rappresenta in modo assoluto lo spessore totale del film (F);
- b) acquisire mediante un sensore capacitivo (14) un secondo segnale di misura (S_{cap}) che è la somma dei segnali dati dal primo e dal secondo materiale del film (F), dove il segnale dato da ciascun materiale del film (F) è funzione dello spessore (L_1 , L_2) di tale materiale; e
- 10 c) calcolare, a partire da detti primo e secondo segnale di misura (S_{ott} , S_{cap}), lo spessore complessivo (L_1) del primo materiale e/o lo spessore complessivo (L_2) del secondo materiale.
- 15 2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui dette operazioni a) e b) di acquisizione di un primo segnale di misura (S_{ott}) mediante sensore ottico (16, 18) e rispettivamente di acquisizione di un secondo segnale di misura (S_{cap}) mediante sensore capacitivo (14) vengono eseguite mentre il film (F) viene fatto scorrere su un cilindro (12) che ne devia il percorso.
- 20 3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, in cui detta operazione a) di acquisizione di un primo segnale di misura (S_{ott}) mediante sensore ottico (16, 18) è eseguita colpendo il film (F) con un fascio ottico (B) collimato emesso da una testa emettitrice (16) posta da un lato rispetto al cilindro (12) e rilevando l'ombra proiettata dal film (F) mediante una
- 25 testa ricevitrice (18) posta sul lato opposto del cilindro (12) rispetto alla testa emettitrice (16).
4. Procedimento secondo la rivendicazione 2 o la rivendicazione 3, in cui detta operazione b) di acquisizione di un secondo segnale di misura (S_{cap}) mediante sensore capacitivo (14) viene eseguita con il sensore capacitivo (14) disposto con il proprio asse di misura (z) giacente in un piano passante per l'asse (x) del cilindro (12).
- 30 5. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 2 alla 4, comprendente inoltre l'operazione di misurare la distanza del sensore capacitivo (14) dal cilindro (12) mediante un sensore induttivo, in particolare un sensore induttivo integrato nel sensore capacitivo (14).
- 35 6. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta

operazione c) di calcolo dello spessore complessivo (L_1) del primo materiale e/o dello spessore complessivo (L_2) del secondo materiale è basata sulla risoluzione del seguente sistema di equazioni:

$$S_{ott} = L_1 + L_2$$

5 $S_{cap} = k_1 \cdot L_1 + k_2 \cdot L_2,$

dove il parametro k_1 viene determinato, durante l'accensione dell'impianto di produzione del film (F), sulla base del valore di detto secondo segnale (S_{cap}) quando il film (F) è formato dal solo primo materiale, e

dove il secondo parametro k_2 viene determinato durante il ciclo di produzione del film (F),
 10 sulla base del valore medio di detto secondo segnale (S_{cap}) e dei valori medi dello spessore complessivo (L_1) del primo materiale e dello spessore complessivo (L_2) del secondo materiale, dalla seguente equazione:

$$k_2 = (\overline{S_{cap}} - k_1 \cdot \overline{L_1}) / \overline{L_2}.$$

7. Procedimento secondo la rivendicazione 6, in cui detti valori medi dello spessore
 15 complessivo (L_1) del primo materiale e dello spessore complessivo (L_2) del secondo materiale sono forniti da mezzi dosatori dell'impianto di produzione del film (F).

8. Apparecchiatura per misurare, in un film (F) multistrato con uno o più strati di un primo materiale e uno o più strati di un secondo materiale, lo spessore complessivo (L_1) del primo materiale e/o lo spessore complessivo (L_2) del secondo materiale,
 20 l'apparecchiatura comprendendo:

- un sensore ottico (16, 18) atto a fornire un primo segnale di misura (S_{ott}) che rappresenta in modo assoluto lo spessore totale del film (F);
- un sensore capacitivo (14) atto a fornire un secondo segnale di misura (S_{cap}) che è la somma dei segnali dati dal primo e dal secondo materiale del film (F), dove il segnale
 25 dato da ciascun materiale del film (F) è funzione dello spessore (L_1 , L_2) di tale materiale; e
- mezzi elaboratori atti a calcolare, a partire da detti primo e secondo segnale di misura (S_{ott} , S_{cap}), lo spessore complessivo (L_1) del primo materiale e/o lo spessore complessivo (L_2) del secondo materiale.

9. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 8, comprendente inoltre un cilindro (12) su cui il film (F) viene fatto scorrere per deviarne il percorso, in cui il sensore ottico (16, 18) e il sensore capacitivo (14) sono disposti in prossimità del cilindro (12) per acquisire rispettivamente detto primo segnale di misura e detto secondo segnale di misura su un tratto di film (F) a contatto con la superficie esterna del cilindro (12).

35 10. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 8 o la rivendicazione 9, comprendente

inoltre un sensore induttivo associato al, in particolare integrato nel, sensore capacitivo (14) per misurare la distanza fra quest'ultimo e il cilindro (12).

- 5 **11.** Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 8 alla 10, in cui il sensore ottico (16, 18) comprende una testa emettitrice (16) posta su un lato rispetto al cilindro (12) e una testa ricevitrice (18) posta sul lato opposto del cilindro (12) rispetto alla testa emettitrice (16), in cui la testa emettitrice (16) è configurata per colpire il film (F) con un fascio ottico (B) collimato e in cui la testa ricevitrice (18) è configurata per analizzare l'ombra generata dal film (F) investito dal fascio ottico (B) emesso dalla testa emettitrice (16).
- 10 **12.** Impianto per la produzione di un film (F) multistrato, comprendente un'apparecchiatura di misura (10) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 8 alla 11.

FIG. 1

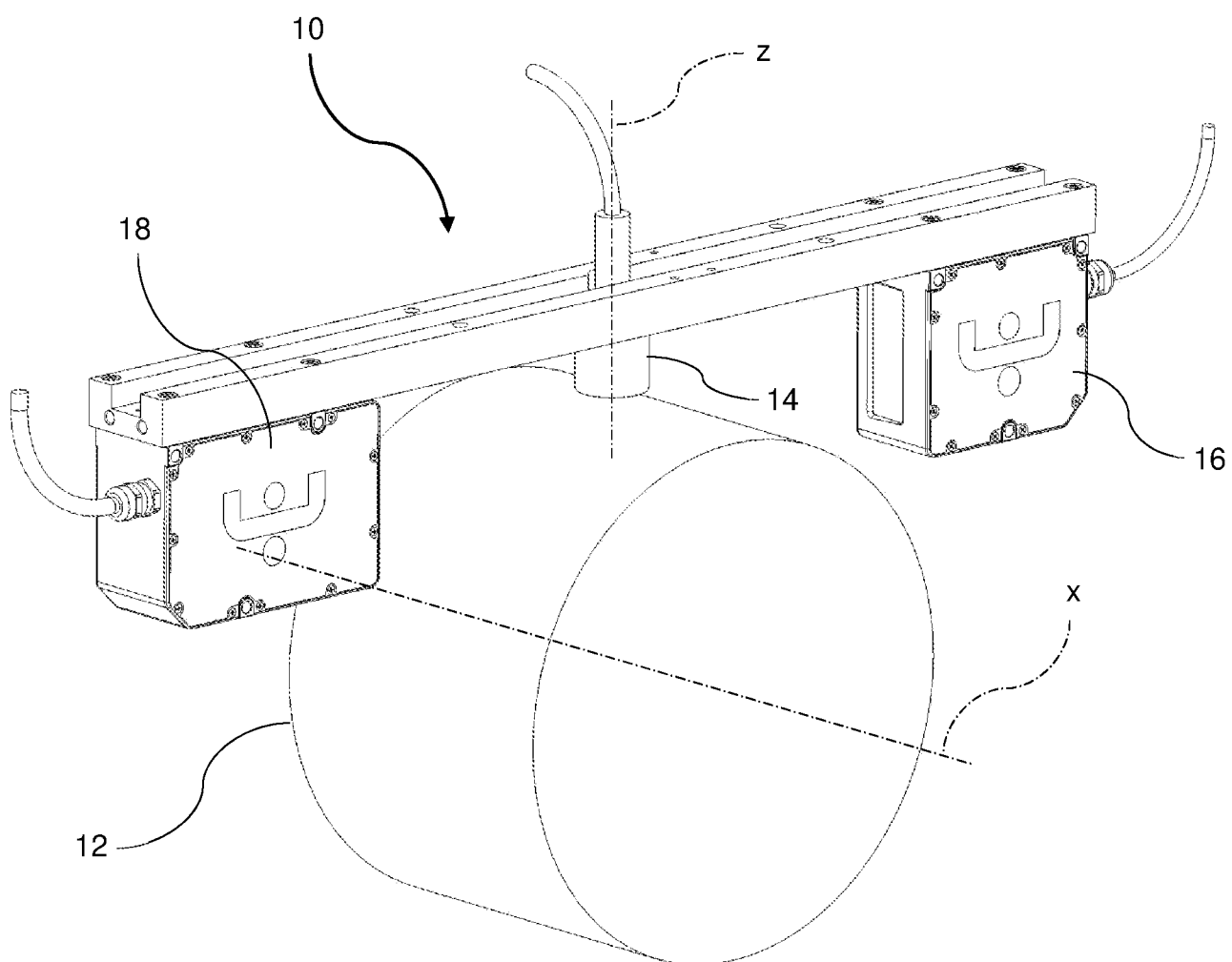


FIG. 2

