

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000032435
Data Deposito	23/12/2021
Data Pubblicazione	23/06/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	51	26

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	51	46

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	51	14

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C	51	10

Titolo

Apparecchiatura termoformatrice, metodo per la realizzazione di un contenitore tramite termoformatura e relativo contenitore

DESCRIZIONE

annessa a domanda di brevetto per invenzione industriale avente per titolo:

**APPARECCHIATURA TERMOFORMATRICE, METODO PER LA
REALIZZAZIONE DI UN CONTENITORE TRAMITE TERMOFORMATURA**

5 **E RELATIVO CONTENITORE**

A nome : G. Mondini S.P.A.

con sede a : Cologne (BS) - Via Brescia n. 5/7

Inventore designato : Giovanni Mondini

Mandatario : Ing. Simone Ponchirolì c/o Ruffini Ponchirolì e

10 Associati S.r.l.

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto una apparecchiatura termoformatrice e un metodo per la realizzazione di un contenitore tramite termoformatura, 15 nonché il contenitore così realizzabile. In particolare, la presente invenzione è preferibilmente destinata alla realizzazione di contenitori utilizzati nel settore alimentare, che possono essere destinati a contenere ad esempio prodotti freschi come carne e formaggi.

Nella tecnica nota sono già presenti molte apparecchiature termoformatrici 20 che permettono di realizzare un contenitore tramite la termoformatura di un film termoformabile, che può essere vantaggiosamente multistrato. La termoformatura avviene alimentando il film termoformabile a un dispositivo di termoformatura, le cui caratteristiche tecniche sono già note ad una persona esperta del settore, attivando il dispositivo di termoformatura e 25 movimentando infine i contenitori così realizzati verso una stazione di uscita. La presente invenzione si applica indistintamente sia in relazione a contenitori realizzati esclusivamente per termoformatura, sia in relazione a contenitori che comprendono uno scheletro esterno all'interno del quale è termoformato un rivestimento di materiale plastico.

30 Come è noto, le apparecchiature termoformatrici operano sul film

termoformabile determinandone uno stiramento e una conseguente riduzione dello spessore più o meno marcata nelle diverse zone del contenitore. Tuttavia, è possibile che questo stiramento generi dei difetti che rendono il contenitore termoformato inutilizzabile e quindi da scartare. Ad esempio, in
5 certe zone si possono creare stiramenti localizzati eccessivi del materiale, soprattutto degli strati più sottili del film, creando in essi dei fori.

Questa problematica è particolarmente sentita nel caso in cui le apparecchiature termoformatrici realizzino contenitori comprendenti almeno uno strato barriera, vale a dire uno strato di materiale atto a costituire una
10 barriera per l'ossigeno, la cui funzione è determinare una tenuta all'ossigeno rispetto all'esterno. Contenitori di questa tipologia sono ampiamente utilizzati nel settore alimentare, per garantire una maggior durata ai cibi contenuti nel contenitore.

Test effettuati dalla richiedente hanno evidenziato che è possibile garantire la
15 tenuta all'ossigeno quando lo spessore dello strato barriera nel contenitore termoformato è compreso tra 1 μm e 4 μm , valore ben al di sotto di quanto comunemente adottato nel settore.

Poiché, come detto, il processo di termoformatura determina uno stiramento del film termoformabile, la maggior parte delle apparecchiature
20 termoformatrici note sono configurate per termoformare un film termoformabile che in partenza comprende uno strato barriera con spessore di circa 20 μm . Tale spessore viene infatti generalmente considerato come spessore di sicurezza per ottenere un contenitore in cui lo strato barriera garantisca la tenuta all'ossigeno. È stato infatti sperimentalmente constatato
25 che la termoformatura di un film comprendente uno strato barriera di 20 μm consente di ottenere contenitori termoformati sempre in grado di garantire la dovuta tenuta all'ossigeno. Lo stesso risultato in termini qualitativi non è invece generalmente ottenibile negli impianti industriali, quando lo spessore del materiale di partenza è inferiore a 20 μm ; se lo spessore di partenza
30 diminuisce, infatti, nella migliore delle ipotesi almeno alcuni dei contenitori

termoformati non sono in grado di garantire la dovuta tenuta all'ossigeno.

Accurati test di laboratorio svolti dalla richiedente hanno tuttavia evidenziato che, quando lo spessore di partenza è inferiore di 20 μm , le difettosità che si generano non riguardano l'intero strato barriera, ma solo porzioni delimitate
5 dello stesso in cui lo strato si stira eccessivamente. Prove fatte in laboratorio hanno poi permesso di verificare che, ottimizzando il processo di termoformatura, è possibile ottenere contenitori privi di difetti (vale a dire con uno strato barriera di spessore non inferiore a 1/2 μm), anche utilizzando in
10 partenza un film termoformabile di spessore ben inferiore a 20 μm (ad esempio pari a 5 μm ; ma il valore dipende ovviamente anche da quanto il film deve essere stirato nel processo di termoformatura). Ne consegue, che la soluzione tecnica comunemente adottata, che prevede l'utilizzo di film con strati barriera con spessore pari a 20 μm , comporta, almeno a livello teorico, un notevole spreco di materiale. Pur trattandosi di spessori molto sottili,
15 infatti, la quantità di materiale complessivamente sprecato è elevata a causa delle grandi quantità di contenitori che vengono prodotti ogni giorno.

In aggiunta a ciò, va notato che, per ragioni legate principalmente alle norme che attualmente regolamentano la riciclabilità del materiale, nei film multistrato sono generalmente presenti delle proporzioni da rispettare tra gli
20 spessori dei vari strati: ad uno spessore elevato dello strato barriera devono quindi corrispondere spessori relativamente elevati anche degli altri strati, ottenendo così dei film multistrato relativamente spessi. La termoformatura di film spessi porta a costi aggiuntivi rispetto a quelli teoricamente necessari, legati al consumo in eccesso di materiale per la realizzazione dei contenitori.

25 Quanto fino a qui esposto ha motivato la richiedente nella ricerca di una soluzione a queste problematiche. In particolare, la richiedente si è orientata verso lo studio dell'ottimizzazione dei metodi di termoformatura e delle apparecchiature termoformatrici noti, con lo scopo di riuscire a termoformare film termoformabili con uno spessore inferiore rispetto allo spessore di
30 sicurezza oggi comunemente adottato, allo stesso tempo evitando stiramenti

eccessivi, in particolare degli strati più sottili.

In questo contesto il compito tecnico alla base della presente invenzione è realizzare un apparecchiatura termoformatrice e mettere a punto un metodo per la realizzazione di un contenitore tramite termoformatura che permettano

5 di porre almeno in parte rimedio agli inconvenienti citati.

È in particolare compito tecnico della presente invenzione realizzare una apparecchiatura termoformatrice e mettere a punto un metodo per la realizzazione di un contenitore tramite termoformatura che permettano di utilizzare un film termoformabile di spessore inferiore rispetto a quelli presenti

10 nella tecnica nota, ottenendo un contenitore termoformato qualitativamente analogo a quelli prodotti attualmente.

Il compito tecnico e gli scopi indicati sono sostanzialmente raggiunti da una apparecchiatura termoformatrice, da un metodo per la realizzazione di un contenitore tramite termoformatura e dal contenitore così realizzato, in

15 accordo con quanto definito nelle unite rivendicazioni indipendenti.

Forme particolari di realizzazione della presente invenzione sono definite nelle corrispondenti rivendicazioni dipendenti.

Ulteriori caratteristiche ed i vantaggi della presente invenzione appariranno maggiormente evidenti dalla descrizione dettagliata di alcune forme di esecuzione preferite, ma non esclusive, di una apparecchiatura termoformatrice, di un metodo per la realizzazione di un contenitore tramite termoformatura e del relativo contenitore secondo le presente invenzione, illustrate negli uniti disegni in cui:

20 - la figura 1 mostra, in una vista dall'alto schematica, una prima forma realizzativa di una apparecchiatura termoformatrice secondo la presente invenzione;

- la figura 2 mostra, in una vista dall'alto schematica, una seconda forma realizzativa di una apparecchiatura termoformatrice secondo la presente invenzione;

30 - la figura 3 mostra, in una vista laterale, una parte dell'apparecchiatura

termoformatrice di figura 1;

- la figura 4 mostra, ingrandito, e in sezione verticale il particolare IV del contenitore di figura 3;
- la figura 5 mostra, schematicamente, un'immagine attesa di un contenitore
5 privo di difetti osservato dall'alto;
- la figura 6 mostra, schematicamente, un'immagine in vista dall'alto di un contenitore difettoso acquisita tramite un dispositivo di controllo parte di una apparecchiatura in accordo con la presente invenzione;
- la figura 7 mostra, in una vista laterale schematica, un dispositivo di
10 controllo parte di una apparecchiatura termoformatrice in accordo con la presente invenzione; e
- la figura 8 mostra, in una vista dall'alto schematica, il dispositivo di controllo di figura 7.

Con riferimento alle figure citate è stata globalmente indicata con il numero
15 di riferimento 1 una apparecchiatura termoformatrice secondo la presente invenzione.

Nel seguito verrà inizialmente descritto il metodo di realizzazione di un contenitore 2 tramite termoformatura e, a seguire, verrà descritta l'apparecchiatura termoformatrice 1 per la realizzazione del contenitore 2
20 tramite la termoformatura di un film termoformabile 3.

L'aspetto innovativo principale della presente invenzione consiste nell'aver introdotto un controllo della qualità dei contenitori 2 termoformati, ed in particolare almeno di un loro strato, di cui interessi controllare le caratteristiche (ad esempio lo strato barriera). Questo controllo si basa, da
25 un lato, sull'inserimento di un indicatore in un primo strato 4 di materiale plastico del film termoformabile 3 con cui si realizza il contenitore 2 termoformato, ove il primo strato 4 di materiale plastico del film termoformabile 3 è quello che dovrà costituire lo strato di interesse del contenitore 2, e dall'altro lato, sul controllo relativo alla presenza
30 dell'indicatore nel contenitore 2 termoformato. Nel contesto della presente

invenzione, con la definizione "indicatore" si intende una sostanza inserita nella composizione dello strato di interesse del film termoformabile 3, preferibilmente uniformemente distribuita in essa, che emette radiazioni elettromagnetiche in una banda di risposta attesa quando viene eccitata da
5 radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata.

Più nel dettaglio, l'indicatore è inserito in un primo strato 4 di materiale plastico del film termoformabile 3 e, poiché il contenitore 2 è ottenuto dalla termoformatura di questo film, anche il contenitore 2 comprende il primo strato 4 di materiale plastico con l'indicatore. Il contenitore 2, infatti,
10 comprende gli stessi strati di cui è costituito il film termoformabile 3. L'unica differenza è che la termoformatura determina uno stiramento del film termoformabile 3 e, di conseguenza, nel contenitore 2, il primo strato 4 di materiale plastico ha almeno localmente, uno spessore inferiore rispetto a quello che aveva nel film termoformabile 3.

15 Nel seguito, la dicitura primo strato 4 verrà utilizzata indifferentemente sia in relazione al film termoformabile 3, sia in relazione al contenitore 2 in cui esso è stato termoformato.

Si sottolinea che, in accordo con la presente invenzione, il controllo della qualità può essere effettuato anche su contenitori 2 che comprendono il film
20 termoformabile 3 che viene termoformato ed accoppiato a un supporto. Anche in contenitori 2 di questa tipologia il controllo viene effettuato sul primo strato 4 di materiale plastico. Si sottolinea che il supporto al quale è accoppiato il film termoformabile 3, può essere di una qualsiasi tipologia e materiale.

25 In particolare, il supporto può essere costituito da materiali comprendenti, in generale, delle fibre vegetali e/o cellulosa. Ad esempio, il supporto può essere costituito di cartone e/o di fibre di cellulosa modellata (moulded fibre). In alcune forme realizzative, il supporto può essere costituito da un articolo cartotecnico, vale a dire da un articolo a base di materiale cellulosico (come
30 carta o cartoncino). Ad esempio, può essere costituito da un unico foglio

piegato e/o sagomato e/o incollato su se stesso, o da due o più fogli piegati e/o sagomati e/o incollati o vincolati uno all'altro).

Tuttavia, in altre forme realizzative, il supporto può essere costituito da materiali diversi, ad esempio da un articolo a base di materiale plastico o da un articolo a base di materiale metallico (quale l'alluminio). Sono inoltre possibili sostegni costituiti da un articolo a base di più materiali diversi (come, ad esempio, da materiale cellulosico e da materiale plastico).

Inoltre, la presente invenzione non è limitata dalla tipologia del supporto, in quanto esso può essere trasparente, colorato, stampato, con scritte, ecc....

10 Inoltre, anche il film termoformabile 3 può comprendere diverse tipologie di materiale. Ad esempio, il film termoformabile 3 può comprendere, oppure essere costituito da, un materiale plastico fossil-based o un materiale plastico bio-based.

In ogni caso, le caratteristiche del supporto non sono rilevanti né limitanti per la presente invenzione; esso potrà essere qualsiasi ed una persona esperta del settore sarà in grado di scegliere di volta in volta il supporto adatto per le proprie esigenze. Pertanto, anche se per semplicità espositiva nel seguito si farà riferimento solo al caso di contenitori 2 interamente realizzati per termoformatura, ciò non è da intendersi come una limitazione per la presente
20 invenzione.

Nell'attuazione pratica della presente invenzione, l'indicatore inserito nel primo strato 4 viene sollecitato con radiazioni elettromagnetiche nella banda di sollecitazione prefissata e vengono rilevate le radiazioni elettromagnetiche emesse dall'indicatore nella banda di risposta attesa. Analizzando queste
25 radiazioni elettromagnetiche rilevate, si determina se il primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 termoformato presenta difetti 7 (e il contenitore 2 è quindi difettoso e da scartare) o non presenta difetti 7 (e il contenitore 2 è quindi idoneo e utilizzabile).

Nelle applicazioni preferite, in particolare, il primo strato 4 di materiale plastico contenente l'indicatore è lo strato barriera, vale a dire lo strato atto a
30

costituire una barriera per l'ossigeno. In accordo con la presente invenzione, vantaggiosamente, in questo caso lo spessore del primo strato 4 è compreso tra 0.5 μm e 10 μm , preferibilmente pari o inferiore a 5 μm , ancor più preferibilmente compreso tra 2 μm e 3 μm . Ad esempio, il primo strato 4 di
5 materiale plastico comprende, e preferibilmente è costituito di, EVOH.

In altre forme di realizzazione, tuttavia, il film termoformabile 3 può comprendere uno strato barriera di tipo diverso, ad esempio che comprende o che è costituito da un rivestimento di AlOx .

Sono possibili anche ulteriori forme di realizzazione, ad esempio in cui il film
10 termoformabile 3 è ottenuto per accoppiamento di due o più film coestrusi.

La presente invenzione può trovare applicazione sia in contenitori 2 comprendenti una pluralità di strati 5, sia in contenitori 2 costituiti da un unico strato.

In questo secondo caso, l'unico strato corrisponde al primo strato 4
15 contenente l'indicatore.

Nelle applicazioni in cui, invece, i contenitori 2 comprendono la pluralità di strati 5, in base alle esigenze è possibile inserire un indicatore sia in un unico strato (ad esempio lo strato barriera) sia in più strati 5 (sarà presente quindi almeno un altro strato, oltre al primo strato 4 di materiale plastico, che
20 comprende l'indicatore). In questo secondo caso, l'indicatore potrà essere lo stesso in tutti gli strati 5 interessati, oppure potrà essere previsto di inserire indicatori diversi in strati 5 diversi (in queste soluzioni, sarà presente almeno un altro strato, oltre al primo strato 4 di materiale plastico, che comprende un indicatore). Con indicatori diversi si intende indicare o sostanze che emettono
25 radiazioni elettromagnetiche in bande di risposta attesa diverse quando vengono eccitate da radiazioni elettromagnetiche in una stessa banda di sollecitazione prefissata, o sostanze che emettono radiazioni elettromagnetiche nella stessa banda di risposta attesa quando vengono eccitate da radiazioni elettromagnetiche in bande di sollecitazione diverse, o
30 sostanze che presentano ciascuna una propria coppia di bande di risposta

attesa e di sollecitazione prefissata.

Nel caso in cui si inserisce lo stesso indicatore in strati 5 diversi, si può controllare la qualità complessiva di tutti gli strati 5 in cui è inserito l'indicatore.

Ciò risulta utile per ottenere un quadro generale della qualità del contenitore

- 5 2 nella sua interezza. Nel caso in cui si inseriscono indicatori diversi in strati 5 diversi, invece, è possibile controllare in modo indipendente la qualità di tutti gli strati 5 del contenitore 2. Ciò risulta particolarmente utile nel caso in cui gli strati 5 del contenitore 2 svolgano funzioni diverse tra loro.

- 10 Le modalità secondo le quali viene svolto questo tipo di controllo, in entrambe le soluzioni realizzative, sono descritte nel dettaglio nel seguito.

Per semplicità di esposizione, da qui in avanti verrà posta particolare attenzione al caso in cui l'indicatore sia presente in un unico primo strato 4.

Il tutto potrà essere opportunamente adattato dalla persona esperta del settore nel caso in cui gli strati 5 interessati siano invece più di uno.

- 15 Vantaggiosamente, il primo strato 4 di materiale plastico in cui è presente l'indicatore si estende per l'intero sviluppo del contenitore 2. Nelle forme di realizzazione preferite, l'indicatore è una sostanza distribuita all'interno del primo strato 4 di materiale plastico in modo tale che tutto lo strato contenga l'indicatore. Vantaggiosamente, l'indicatore è distribuito all'interno del primo
20 strato 4 di materiale plastico in modo uniforme. Tuttavia, se opportuno, e in base alle esigenze applicative, è possibile anche che l'indicatore non sia distribuito uniformemente nel primo strato 4 di materiale plastico; ad esempio, l'indicatore può essere presente con concentrazioni maggiori in alcune porzioni del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 e con
25 concentrazioni minori in altre porzioni del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2.

Ora verrà descritto nel dettaglio il metodo per la realizzazione di un contenitore 2 tramite termoformatura.

- 30 In primo luogo, tale metodo comprende una fase di alimentazione, in cui si alimenta il film termoformabile 3 ad un dispositivo di termoformatura 6. Il film

termoformabile 3 comprende almeno il primo strato 4 di materiale plastico in cui è distribuito l'indicatore descritto in precedenza.

In secondo luogo, il metodo comprende una fase di termoformatura seguita da una fase di controllo.

- 5 Nella fase di termoformatura, si termoforma il film termoformabile 3 tramite il dispositivo di termoformatura 6, per ottenere il contenitore 2; in questo modo il contenitore 2 comprende il primo strato 4 di materiale plastico.

La fase di controllo, invece, comprende a sua volta una sottofase di emissione in cui si emettono radiazioni elettromagnetiche nella banda di

- 10 sollecitazione prefissata verso il contenitore 2, e una contemporanea sottofase di ricezione in cui si rilevano le radiazioni elettromagnetiche nella banda di risposta attesa, emesse dal primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 a seguito della sollecitazione dovuta alle radiazioni elettromagnetiche nella banda di sollecitazione prefissata. Successivamente

- 15 la fase di controllo prevede una sottofase di esame in cui si esaminano informazioni circa le radiazioni elettromagnetiche nella banda di risposta attesa rilevate, per rilevare la presenza o meno di difetti 7 nel primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2. Nel contesto della presente invenzione, con il termine "difetti" 7 del primo strato 4 di materiale plastico del
- 20 contenitore 2, si intende indicare la presenza di una o più zone del contenitore 2 in cui lo spessore del primo strato 4 di materiale plastico è al di fuori di un range di idoneità prefissato. Vantaggiosamente, il range di idoneità prefissato può essere definito esclusivamente tramite un valore di soglia inferiore al di sotto del quale non deve scendere lo spessore del primo strato 4 di materiale

- 25 plastico. A titolo di esempio, tale valore di soglia inferiore può essere compreso tra 0.5 μm e 10 μm , preferibilmente inferiore a 5 μm , ancor più preferibilmente tra 2 μm e 3 μm nel caso in cui il primo strato 4 di materiale plastico contenente l'indicatore sia lo strato barriera.

- Esempi di possibili difetti 7 sono, ad esempio, fori e assottigliamenti del primo
- 30 strato 4 di materiale plastico dovuti ad uno stiramento eccessivo del film

termoformabile 3 durante la termoformatura.

Nel contesto della presente descrizione i contenitori 2 che presentano difetti 7 sono detti contenitori 2 difettosi, mentre i contenitori 2 che non presentano difetti 7 sono detti contenitori 2 idonei.

- 5 Nel caso in cui il contenitore 2 comprenda la pluralità di strati 5, con indicatori diversi inseriti in strati 5 diversi, la fase di controllo risulta essere maggiormente articolata. In particolare, nel caso in cui il contenitore 2 comprenda una pluralità di strati 5 di materiale plastico (X strati 5) all'interno di ognuno dei quali è inserito un indicatore diverso, devono essere svolte X
- 10 sottofasi di emissione e X sottofasi di ricezione, con ognuna delle sottofasi di ricezione svolta in contemporanea con la rispettiva sottofase di emissione. A seconda di come sono state scelte le diverse bande, le diverse sottofasi di emissione e le diverse sottofasi di ricezione possono essere svolte in successione o almeno in parte contemporaneamente. Se, invece, il
- 15 contenitore 2 comprende un gruppo di strati 5 di materiale plastico nei quali sono stati inseriti lo stesso indicatore o indicatori diversi che emettono radiazioni elettromagnetiche nella stessa banda di risposta attesa a seguito della sollecitazione dovuta alle radiazioni elettromagnetiche nella stessa banda di sollecitazione prefissata, è possibile svolgere un numero inferiore
- 20 di sottofasi di emissione (e di rispettive sottofasi di ricezione): per ogni gruppo di strati 5 di materiale plastico è infatti possibile effettuare una sola sottofase di emissione (e la sottofase di ricezione).

In generale, quando il contenitore 2 comprende una pluralità di strati 5 di materiale plastico, è necessario che eventuali strati 5 di materiale plastico

25 che sono posti, rispetto al primo strato 4 di materiale plastico con l'indicatore, dalla stessa parte del contenitore 2 dalla quale vengono effettuate la sottofase di emissione e la rispettiva sottofase di ricezione (come mostrato in figura 4), siano almeno parzialmente trasparenti sia alle radiazioni elettromagnetiche nella banda di sollecitazione prefissata, sia alle radiazioni

30 elettromagnetiche nella banda di risposta attesa. In questo modo almeno

parte delle radiazioni elettromagnetiche emesse raggiunge lo strato di materiale plastico considerato, e almeno parte delle radiazioni elettromagnetiche emesse di conseguenza dal primo strato 4 di materiale plastico possono essere rilevate.

- 5 Secondo una forma attuativa del metodo, la sottofase di ricezione è svolta acquisendo almeno una immagine del contenitore 2 (nel seguito immagine acquisita 8), e le informazioni circa le radiazioni elettromagnetiche nella banda di risposta attesa utilizzate nella sottofase di esame sono costituite dall'almeno una immagine acquisita 8.
- 10 In alcune forme attuative, l'acquisizione dell'immagine acquisita 8 viene effettuata da una posizione che consente di ottenere una immagine rappresentativa dell'intera estensione del primo strato 4 di materiale plastico. Ad esempio, è possibile che l'acquisizione venga effettuata da sopra il contenitore 2 da una posizione e una distanza tali per cui l'immagine acquisita
- 15 8 sia rappresentativa di tutto il contenitore 2. In altri termini, considerando che in un contenitore 2 sono individuabili due superfici principali, una superficie interna 9 (quella del lato configurato per ricevere il prodotto) e una superficie esterna 10 (quella del lato opposto), l'immagine acquisita 8 può corrispondere ad una immagine dell'intera superficie interna 9. In forme di
- 20 realizzazione alternative, l'acquisizione può essere alternativamente effettuata da sotto (a meno che il contenitore 2 comprenda un supporto non trasparente); in quel caso l'immagine acquisita 8 può corrispondere ad una immagine dell'intera superficie esterna 10.

Vantaggiosamente, l'acquisizione viene effettuata in corrispondenza del

25 centro del contenitore 2, perpendicolarmente ad esso (vale a dire che un asse ottico di un sistema utilizzato per l'acquisizione è perpendicolare a un piano di giacitura del contenitore 2 in corrispondenza del suo centro).

Inoltre, la direzione di osservazione 11 è scelta in modo tale che non siano presenti parti nascoste del primo strato 4 e in modo tale che nessuna

30 porzione del contenitore 2 (ad esempio le sue pareti laterali 12) presenti

un'inclinazione troppo ridotta rispetto alla posizione dalla quale viene effettuata la sottofase di ricezione (teoricamente, infatti, l'acquisizione migliore la si potrebbe avere osservando ogni punto del primo strato 4 perpendicolarmente al primo strato 4 stesso in corrispondenza di quel punto.

- 5 In caso contrario infatti, l'immagine acquisita 8 potrebbe rappresentare il primo strato 4 in modo non ottimale.

In altre soluzioni realizzative, invece, l'acquisizione dell'immagine acquisita 8 può essere effettuata a pezzi che sono poi combinati insieme. In particolare, può essere effettuata in modo tale da ottenere via via immagini
10 rappresentative ciascuna di una porzione del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2. In questo caso, vengono acquisite in sequenza immagini di tutte le porzioni del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 (è possibile che le immagini delle porzioni siano immagini di porzioni del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 leggermente
15 sovrapposte tra loro - caso preferito - o immagini di porzioni del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 tra loro adiacenti). Durante la sottofase di esame, si ottiene l'immagine acquisita 8 del primo strato 4 di materiale plastico dell'intero contenitore 2 elaborando e combinando tra loro le varie immagini, acquisite in sequenza, delle porzioni del primo strato 4 di
20 materiale plastico del contenitore 2, ad esempio utilizzando normali algoritmi di ricostruzione immagini.

In alcune soluzioni realizzative, la sottofase di emissione e la sottofase di ricezione possono essere effettuate all'interno di uno spazio protetto (preferibilmente del tutto, ma quantomeno in parte) da possibili interferenze
25 dovute a sorgenti di radiazioni elettromagnetiche esterne, quali possono essere ad esempio sorgenti luminose. Tale spazio protetto può essere creato prevedendo di attuare le sottofasi di emissione e di ricezione all'interno di una camera schermata rispetto alle radiazioni luminose esterne. Ciò risulta essere vantaggioso in quanto consente di ridurre la probabilità che tali
30 interferenze possano alterare la rilevazione delle radiazioni

elettromagnetiche nella banda di risposta attesa emesse dal primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 durante la sottofase di ricezione.

Nella sottofase di esame la presenza o meno di eventuali difetti 7 nel primo strato 4 di materiale plastico, è determinata tramite una elaborazione dell'immagine acquisita 8.

In alcune forme realizzative, durante la sottofase di esame si elabora l'immagine acquisita 8 tramite almeno un algoritmo di elaborazione delle immagini basato su un confronto tra l'immagine acquisita 8 (mostrata, ad esempio, in figura 6 – immagine in cui sono presenti alcuni difetti 7) e una immagine attesa 13 del contenitore 2 che rappresenta un contenitore 2 privo di difetti 7 (mostrata, ad esempio, in figura 5). In altri termini, l'immagine attesa 13 corrisponde all'immagine che potrebbe essere acquisita ogniqualvolta il contenitore 2 che si sta esaminando è privo di difetti 7. L'immagine attesa 13 memorizzata è infatti una immagine che rappresenta un contenitore 2 per il quale sia noto che il primo strato 4 di interesse è privo di difetti 7.

Preferibilmente, l'immagine attesa 13 corrisponde ad un contenitore 2 in cui il primo strato 4 ha un andamento noto dello spessore nelle diverse zone del contenitore 2, andamento che, preferibilmente, è un andamento ottimale precedentemente determinato. Dato che l'indicatore è vantaggiosamente distribuito in modo noto nel materiale del primo strato 4 del film termoformabile 3, ad un certo andamento dello spessore del primo strato 4 nel contenitore 2 corrisponde una distribuzione nota dell'indicatore nel primo strato 4.

Sia l'immagine acquisita 8, sia l'immagine attesa 13 presentano in ciascun punto (pixel) una intensità della radiazione elettromagnetica (nella banda di risposta attesa) che dipende dalla quantità totale di indicatore presente nella porzione del primo strato 4 cui corrisponde tale punto (pixel) dell'immagine. Di conseguenza, a parità di concentrazione dell'indicatore nel materiale del primo strato 4, maggiore è lo spessore del primo strato 4, maggiore è

l'intensità della radiazione elettromagnetica nella banda di risposta attesa. Più precisamente, lo spessore da considerare non è lo spessore del primo strato 4 misurato perpendicolarmente al suo sviluppo, ma lo spessore del primo strato 4 misurato lungo la direzione di propagazione della radiazione elettromagnetica che genera ogni pixel dell'immagine. Pertanto, a parità di spessore, una porzione osservata lungo una direzione che forma un angolo α (ad esempio pari a 60°) rispetto alla perpendicolare, ha uno spessore apparente pari allo spessore reale diviso per $\cos \alpha$ (nell'esempio, uno spessore doppio).

- 10 Di conseguenza, nell'immagine attesa 13, pur nel caso di distribuzione costante dell'indicatore nelle porzioni del primo strato 4 di materiale plastico presenti sulla parete di fondo 14, sulle pareti laterali 12 e sulla flangia 15 del contenitore 2, le intensità della radiazione elettromagnetica nella banda di risposta attesa può essere molto diversa tra le porzioni piane e perpendicolari o quasi all'asse ottico, e quelle inclinate rispetto alla perpendicolare, con intensità che dipendono dalla loro inclinazione.

Se il punto di osservazione è sufficientemente lontano dal contenitore 2 ed è posto lungo un asse perpendicolare al piano di appoggio del contenitore 2 passante in corrispondenza del centro del contenitore 2 stesso, l'angolo formato dalla direzione di osservazione 11 rispetto alla perpendicolare è piccolo e lo spessore apparente è pressoché pari allo spessore reale. L'immagine che si ottiene è quindi analoga a quella schematicamente illustrata in figura 5, con l'intensità maggiore in corrispondenza delle pareti laterali 12 inclinate.

- 25 Valutazioni analoghe valgono per l'immagine acquisita 8 per la quale non è tuttavia noto l'andamento dello spessore del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2. Inoltre, l'immagine acquisita 8 può riferirsi ad un contenitore 2 in cui il primo strato 4 presenta dei difetti 7.

Difetti 7 possibili sono ad esempio, come già accennato, dei fori o degli assottigliamenti eccessivi dello spessore: in corrispondenza di questi difetti

7, nell'immagine acquisita 8 si nota una intensità della radiazione elettromagnetica ricevuta nella banda di risposta attesa, minore rispetto a quella dell'immagine attesa 13; ciò è dovuto ad una minore quantità totale (nel caso di assottigliamento) o all'assenza (nel caso foro) di indicatore nella
5 corrispondente porzione del primo strato 4. Fori ed assottigliamenti possono presentarsi sia nel primo strato 4 di materiale plastico di contenitori 2 interamente ottenuti tramite la termoformatura del film termoformabile 3, sia nel primo strato 4 di materiale plastico di contenitori 2 ottenuti tramite la termoformatura e del film termoformabile 3 e il suo accoppiamento ad un
10 supporto.

Per poter eseguire il confronto, l'immagine acquisita 8 e l'immagine attesa 13 sono vantaggiosamente acquisite da un medesimo punto di vista rispetto al contenitore 2, oppure sono ridimensionate e/o ritagliate in modo tale che i contenitori 2 visibili in esse abbiano le stesse dimensioni e la stessa
15 posizione, come se fossero state acquisite da tale medesimo punto di vista. L'algoritmo di elaborazione delle immagini può essere basato su un confronto tra le intensità delle immagini. Tale confronto può essere effettuato sull'intera immagine, ma preferibilmente è eseguito o confrontando le intensità di singoli pixel corrispondenti (che hanno la stessa posizione rispetto all'immagine) o
20 confrontando tra loro zone dell'immagine, ad esempio costituite da gruppi di pixel adiacenti.

Un possibile algoritmo prevede che durante la sottofase di esame vengano svolti i seguenti passaggi: si suddividono le immagini in zone (ad esempio si suddividono basandosi sui pixel) e si associano tra loro le varie zone delle
25 immagini in modo tale che ad ogni zona dell'immagine acquisita 8 corrisponda la rispettiva zona dell'immagine attesa 13; si valutano sia l'intensità delle zone dell'immagine acquisita 8 sia l'intensità delle zone dell'immagine attesa 13; si calcola una differenza tra l'intensità delle zone dell'immagine acquisita 8 e quella delle rispettive zone dell'immagine attesa
30 13; si confronta il valore assoluto della differenza ottenuta con una differenza

massima ammissibile, che è sostanzialmente una soglia massima prestabilita. Il contenitore 2 è considerato difettoso se la differenza dell'intensità di una zona - o più zone - è superiore alla differenza massima ammissibile, mentre è considerato idoneo se la differenza dell'intensità di tutte le zone è inferiore alla differenza massima ammissibile. Il superamento della differenza massima ammissibile è infatti considerato indicativo della presenza di un difetto 7.

In alcune applicazioni si fornisce in uscita un primo segnale per indicare un contenitore 2 difettoso o un secondo segnale per indicare un contenitore 2 idoneo.

L'algoritmo descritto è solo un esempio dei possibili algoritmi basati sul confronto tra l'immagine acquisita 8 e l'immagine attesa 13 che possono essere impiegati. Sono quindi possibili algoritmi che si basano su tipologie di confronto diverso e/o che presentano passaggi diversi. L'algoritmo impiegato, quindi, non deve essere inteso come limitante per la presente invenzione.

Secondo alcune soluzioni realizzative, durante la fase di controllo si elabora l'immagine acquisita 8 tramite un algoritmo basato su intelligenza artificiale, in particolare vantaggiosamente selezionato da un gruppo comprendente: algoritmi basati su tecniche di apprendimento supervisionato, algoritmi basati su tecniche di apprendimento non supervisionato, algoritmi basati su tecniche di apprendimento per rinforzo. Esempi di algoritmi basati su intelligenza artificiale che possono essere utilizzati sono : reti neurali (come le reti neurali feed-forward, le reti neurali convoluzionali CNN, le reti neurali convoluzionali U-Net, le reti Bayesiane BN, le reti neurali ricorrenti RNN), regressione lineare, regressione logistica, reti generative avversarie GAN, cycleGAN, VAE-GAN, classificatori bayesiani, macchine a vettori di supporto SVM ed algoritmi da esse derivati (come SVC, SVM strutturate, SVM trasduttive e SVM multiclasse), K-nearest neighbors k-NN, foresta casuale, Q-learning, Trust Region Policy Optimization TRPO, Proximal Policy Optimization PPO, Deep Q Neural Networks DQNN.

Nel caso in cui durante la fase di controllo si elabori l'immagine acquisita 8 tramite un algoritmo basato su intelligenza artificiale, prima dell'utilizzo dell'algoritmo è necessario svolgere una fase di allenamento per settare l'algoritmo stesso. Durante la fase di allenamento si forniscono dati
5 all'algoritmo, i quali possono essere dati di input e dati di output, ed eventualmente altri dati come dei dati intermedi.

Nella fase di allenamento si possono eseguire, nell'ordine, le seguenti sottofasi:

- una sottofase di generazione dei dati, nella quale si creano campioni sia per
10 l'allenamento, sia per il test dell'algoritmo (usati nelle seguenti sottofasi); in particolare, i dati sono immagini di contenitori 2 difettosi e immagini di contenitori 2 idonei;
- una sottofase di allenamento, in cui si allena l'algoritmo utilizzando i campioni per l'allenamento creati nella sottofase di generazione dei dati; in
15 questa sottofase si sottopongono le immagini dei contenitori 2 difettosi e dei contenitori 2 idonei all'algoritmo vantaggiosamente unitamente all'output atteso per ciascuno di essi (contenitore 2 idoneo o difettoso); e
- una sottofase di verifica, in cui si verifica l'efficacia dell'algoritmo utilizzando i campioni per il test creati nella sottofase di generazione dei dati; in questa
20 sottofase si confrontano gli output dell'algoritmo con gli output noti che ci si attende di ricevere.

Gli aspetti strettamente legati ad algoritmi basati su intelligenza artificiale e alle tecniche di apprendimento per tali algoritmi (metodi sui quali si basano le tecniche, differenze tra le varie tecniche, ecc.) sono comunque aspetti di
25 per sé noti ad una persona esperta del settore e non saranno descritti ulteriormente nel dettaglio. Inoltre, la persona esperta del settore è in grado di adattare quanto descritto alle varie tipologie di algoritmi basati su intelligenza artificiale.

Si sottolinea che durante la sottofase di esame è possibile che l'immagine
30 acquisita 8 venga elaborata tramite l'algoritmo di elaborazione delle immagini

basato sul confronto tra l'immagine acquisita 8 e l'immagine attesa 13 o che l'immagine acquisita 8 venga elaborata tramite l'algoritmo basato su intelligenza artificiale. È anche possibile che le due tipologie di elaborazione descritte vengano combinate tra loro: l'immagine acquisita 8 può essere
5 elaborata sia tramite l'algoritmo di elaborazione delle immagini basato sul confronto tra l'immagine acquisita 8 e l'immagine attesa 13, sia tramite l'algoritmo basato su intelligenza artificiale (in questo ordine oppure nell'ordine inverso).

In alcune forme realizzative preferite, durante la sottofase di emissione si
10 emettono radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata che comprende la banda dell'ultravioletto. In alcuni casi, la banda di sollecitazione prefissata è costituita dalla banda dell'ultravioletto. In queste soluzioni realizzative, l'indicatore è una sostanza a base fluorescente e può comprendere almeno un elemento selezionato da un gruppo costituito da:
15 indicatore ultravioletto, indicatore infrarosso, colorante, pigmento, sbiancante ottico, agente sbiancante fluorescente, colorante antrachinonico, 2,2'-(2,5-thiophenylenediyl)bis(5-tert-butylbenzoxazole), hydroxyl-4-)p-tolylamino)anthracene-9,10-dione, 2,5-thiophenediylbis(5-tert-butyl-1,3-benzoxazole).

20 In altre forme di realizzazione, è possibile che l'indicatore sia una sostanza a base fosforescente; in questo caso può invece essere previsto che durante la sottofase di emissione si emettono radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata che comprende una banda diversa rispetto a quella dell'ultravioletto, come ad esempio la banda dell'infrarosso.

25 Nelle forme di realizzazione preferite, il primo strato 4 di materiale plastico emette radiazioni elettromagnetiche in una banda di risposta attesa che comprende la banda del visibile. Tuttavia, in altre forme di realizzazione il primo strato 4 di materiale plastico può emettere radiazioni elettromagnetiche in una banda di risposta attesa che comprende una banda diversa, quale ad
30 esempio la banda dell'ultravioletto o la banda dell'infrarosso.

In alcune forme realizzative, il metodo comprende una fase di monitoraggio dell'esecuzione del metodo stesso, in cui si memorizzano ed esaminano dati relativi alla produzione di contenitori 2 difettosi, come dati circa la qualità del contenitore 2 (vale a dire circa la presenza o meno di difetti 7 individuati nel primo strato 4 di materiale plastico). In particolare, durante la fase di monitoraggio si memorizzano ed esaminano i dati circa la qualità dei contenitori 2 determinata nella sottofase di esame. Ciò è applicabile anche a un gruppo di contenitori 2: ad ogni esecuzione della fase di controllo si memorizzano i dati circa la qualità del contenitore 2. Durante fasi di monitoraggio successive, quindi, si memorizzano e si esaminano i dati circa la qualità di un gruppo di contenitori 2 termoformati. Più nel dettaglio, con "dati circa la qualità del contenitore" 2 si intendono dati che riguardano la presenza (o l'assenza) di difetti 7, come ad esempio il numero di difetti 7, il tipo di difetti 7 e la posizione di questi difetti 7.

In alcune forme realizzative questi dati sono utilizzati per elaborare statistiche circa il funzionamento del dispositivo di termoformatura 6.

In alcune forme realizzative, il metodo comprende una fase di ottimizzazione durante la quale i dati memorizzati circa la qualità di un gruppo di contenitori 2 termoformati dal dispositivo di termoformatura 6, memorizzati durante fasi di controllo successive ed esaminati durante la fase di monitoraggio, sono elaborati per identificare eventuali problemi della fase di termoformatura e/o per variare parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura 6.

Sostanzialmente, per ogni contenitore 2 termoformato appartenente al gruppo di contenitori 2 (che può comprendere più o meno contenitori 2 o anche tutti i contenitori 2 via via realizzati), si effettua la fase di controllo e si memorizzano i dati circa la qualità del contenitore 2. Il gruppo di contenitori 2 può anche essere un insieme dinamico che contiene gli ultimi N contenitori 2 realizzati (ad esempio gli ultimi cento o mille contenitori 2).

Successivamente allo svolgimento delle fasi di controllo e di monitoraggio (su un gruppo di contenitori 2 o periodicamente), si effettua la fase di

ottimizzazione. Durante questa fase, i dati memorizzati durante la fase di monitoraggio vengono elaborati. Basandosi sui risultati di questa elaborazione, si identificano eventuali problemi e si possono variare i parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura 6 per risolvere tali problemi.

L'elaborazione dei dati memorizzati può comprendere la determinazione dell'incidenza di un particolare problema o di un problema in un certo punto del contenitore 2.

Ad esempio, si considera un gruppo di X contenitori 2 per ognuno dei quali si effettua la fase di controllo e durante la fase di monitoraggio si memorizzano i dati sulla qualità. Successivamente si effettua la fase di ottimizzazione, nella quale si elaborano questi dati, e si valuta se vi sia una percentuale dei contenitori 2 termoformati superiore ad una soglia di attenzione predefinita, che presenta lo stesso difetto 7 approssimativamente nella stessa posizione (ad esempio un foro nel primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 sulla parete di fondo 14, o uno spessore troppo sottile in corrispondenza di uno spigolo). Se così è, durante la fase di ottimizzazione sono variati i parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura 6, vantaggiosamente in modo automatico (tramite un software dedicato); ad esempio, poiché un foro o un assottigliamento eccessivo sono generalmente determinati da uno stiramento localizzato eccessivo, può essere previsto di abbassare la temperatura di un certo valore (ad esempio 1 °C), o dell'intero del dispositivo di termoformatura 6, o della parte più vicina al difetto 7, per ottimizzare la termoformatura e ridurre così il numero di contenitori 2 difettosi.

A seconda della modalità attuative, delle caratteristiche del dispositivo di termoformatura 6 e del tipo di problema riscontrato, la persona esperta del settore saprà impostare il tipo di correzione dei parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura 6 più adatta.

Dopo ogni variazione dei parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura 6, il metodo di termoformatura è attuato nuovamente una o

una pluralità di volte e il monitoraggio della qualità dei contenitori 2
vantaggiosamente continua; si svolgono quindi nuovamente i passaggi sopra
descritti, e si valuta nuovamente se vi sia una percentuale di contenitori 2 per
i quali è stato rilevato lo stesso difetto 7 superiore alla soglia predefinita. Se
5 così non è, la percentuale di contenitori 2 difettosi è ritenuta accettabile ed è
possibile mantenere questi parametri di funzionamento del dispositivo di
termoformatura 6; se invece è stata nuovamente superata la soglia
predefinita, la percentuale di contenitori 2 difettosi non è accettabile ed è
quindi possibile variare nuovamente i parametri di funzionamento del
10 dispositivo di termoformatura 6 (ad esempio modificando nuovamente la
temperatura o altri parametri come la pressione dell'aria o la velocità con cui
la pressione varia). La cosa poi vantaggiosamente si ripete mantenendo
monitorata la produzione dei contenitori 2.

L'esempio descritto è riferito ad un caso in cui è presente lo stesso difetto 7
15 in una stessa posizione per tutti i contenitori 2 difettosi. Tuttavia, quanto
descritto può essere applicabile sia nel caso in cui siano presenti difetti 7
diversi in una stessa posizione per tutti i contenitori 2 difettosi, sia nel caso in
cui sia presente lo stesso difetto 7 in posizioni diverse per i contenitori 2
difettosi, sia nel caso di difetti 7 diversi in posizioni diverse per i contenitori 2
20 difettosi.

Vantaggiosamente, la fase di ottimizzazione (e il processo iterativo che ne
consegue) può essere svolta durante la messa a punto dell'apparecchiatura
termoformatrice 1. Ciò consente di ottimizzare il processo di termoformatura
direttamente durante la fase di installazione.

25 Tuttavia, può anche risultare utile effettuare la fase di ottimizzazione o
periodicamente (dipendentemente dal numero di contenitori 2 termoformati)
o in seguito al raggiungimento di un valore di soglia per il numero
complessivo di contenitori 2 difettosi identificati (la valutazione del
raggiungimento della soglia può essere effettuato semplicemente contando il
30 numero di contenitori 2 scartati in un determinato periodo di tempo e

confrontarlo con un valore massimo accettabile, che è il valore di soglia), o in modo continuo durante l'esecuzione del metodo di termoformatura.

In alcune soluzioni realizzative, il metodo comprende inoltre una fase di scarico, in cui i contenitori 2 termoformati sono movimentati meccanicamente
5 verso una stazione di uscita 16; in queste soluzioni, la fase di controllo viene svolta vantaggiosamente durante la fase di scarico. Sono possibili sia soluzioni nelle quali la fase di controllo viene svolta quando il contenitore 2 è in movimento verso la stazione di uscita 16, sia soluzioni nelle quali la fase di controllo viene svolta quando il contenitore 2 è fermo. In quest'ultimo caso,
10 ad esempio, a monte della stazione di uscita 16 il contenitore 2 viene fermato per effettuare la fase di controllo.

In alcune forme attuative, il metodo comprende inoltre una fase di scarto, che viene eseguita successivamente alla fase di controllo. Durante la fase di scarto vengono scartati i contenitori 2 per i quali, durante la fase di controllo,
15 è stato rilevato almeno un difetto 7 nel primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 (vale a dire i contenitori 2 difettosi).

Come detto, la presente invenzione riguarda anche il contenitore 2 ottenibile con il metodo qui descritto, vale a dire un contenitore 2 idoneo che comprende al proprio interno almeno un primo strato 4 di materiale plastico
20 dotato dell'indicatore.

Nel seguito verrà descritta l'apparecchiatura termoformatrice 1 oggetto della presente invenzione, che permette la realizzazione di un contenitore 2 tramite la termoformatura del film termoformabile 3 descritto in precedenza. Sia il contenitore 2 termoformato sia il film termoformabile 3 sono stati
25 dettagliatamente descritti in precedenza e non saranno descritti ulteriormente nel seguito.

Innanzitutto l'apparecchiatura termoformatrice 1 comprende un dispositivo di termoformatura 6 che è configurato per termoformare il film termoformabile 3.

30 A sua volta il dispositivo di termoformatura 6, analogamente a quelli presenti

nella tecnica nota, comprende preferibilmente uno stampo sagomato e un elemento di chiusura, con lo stampo sagomato che definisce un alloggiamento conformato sostanzialmente come il contenitore 2 da realizzare, vale a dire che l'alloggiamento ricalca sostanzialmente la forma della superficie esterna 10 del contenitore 2. Lo stampo sagomato e l'elemento di chiusura sono mobili, almeno l'uno rispetto all'altro, tra una posizione di riposo e una posizione di lavoro. Quando sono nella posizione di riposo, lo stampo sagomato e l'elemento di chiusura sono disaccoppiati e distanziati l'uno all'altro. Quando sono nella posizione di lavoro, invece, lo stampo sagomato e l'elemento di chiusura sono accoppiati e ravvicinati l'uno all'altro. In particolare, in uso, nella posizione di lavoro lo stampo sagomato e l'elemento di chiusura serrano tra loro il film termoformabile 3.

Vantaggiosamente, il dispositivo di termoformatura 6 comprende inoltre uno o più elementi di riscaldamento, che sono associati ad almeno uno tra lo stampo sagomato e l'elemento di chiusura; gli elementi di riscaldamento sono configurati per riscaldare, in uso, lo stampo sagomato e/o l'elemento di chiusura a cui sono associati. Nelle forme di realizzazione preferite, gli elementi di riscaldamento sono associati all'elemento di chiusura, e riscaldano solamente l'elemento di chiusura contro il quale, in uso, va inizialmente in appoggio il film termoformabile 3. Tuttavia, sono possibili altre forme di realizzazione nelle quali gli elementi di riscaldamento riscaldano o solo lo stampo sagomato o sia lo stampo sagomato che l'elemento di chiusura.

La presente invenzione trova applicazione sia nel caso in cui il dispositivo di termoformatura 6 sia configurato per realizzare il contenitore 2 tramite un processo di termoformatura sottovuoto del film termoformabile 3, sia nel caso in cui il dispositivo di termoformatura 6 sia configurato per realizzare il contenitore 2 tramite un processo di termoformatura sotto pressione del film termoformabile 3.

In modo di per sé noto, nel primo caso il dispositivo di termoformatura 6

comprende appositi mezzi di creazione del vuoto, associati allo stampo sagomato, per creare nello stampo sagomato una depressione tale per cui si realizzi il contenitore 2 tramite la termoformatura del film termoformabile 3. Nel secondo caso, invece, il dispositivo di termoformatura 6 comprende
5 appositi mezzi pneumatici, associati vantaggiosamente all'elemento di chiusura, per creare una pressione tale per cui si realizza il contenitore 2 tramite la termoformatura del film termoformabile 3.

In alcune forme realizzative, il dispositivo di termoformatura 6 comprende un dispositivo di estrazione che è associato allo stampo sagomato per estrarre
10 il contenitore 2 termoformato dallo stesso stampo sagomato quando lo stampo sagomato e l'elemento di chiusura sono nella posizione di riposo.

In alcune forme realizzative, il dispositivo di estrazione è vantaggiosamente mobile rispetto allo stampo sagomato tra una posizione retratta e una posizione estratta. Nella posizione retratta, il dispositivo di estrazione è
15 ritirato nello stampo sagomato in modo da lasciare libero l'alloggiamento per il contenitore 2, mentre nella posizione estratta il dispositivo di estrazione sporge all'interno dell'alloggiamento; il passaggio dalla posizione retratta alla posizione estratta determina l'estrazione del contenitore 2 dallo stampo sagomato.

20 Gli aspetti strettamente legati al dispositivo di termoformatura 6, così come tutte le possibili varianti realizzative, sono comunque noti ad una persona esperta del settore e non saranno ulteriormente descritti nel dettaglio. Per questa ragione, gli elementi precedentemente descritti che fanno parte del dispositivo di termoformatura 6, non sono rappresentati nelle figure.

25 In ogni caso, si sottolinea che quanto è stato descritto per quanto riguarda il dispositivo di termoformatura 6 (come, ad esempio, la tipologia di termoformatura tramite la quale viene realizzato il contenitore 2 e la tipologia del dispositivo di estrazione) non deve essere inteso come limitante per la presente invenzione.

30 L'apparecchiatura termoformatrice 1 comprende inoltre un dispositivo di

alimentazione 17 e un trasportatore 18, entrambi associati al dispositivo di termoformatura 6. Nelle forme di realizzazione illustrate, sia il dispositivo di alimentazione 17 sia il trasportatore 18 sono mostrati solo schematicamente nelle figure e definiscono un percorso di movimentazione. A seconda delle
5 forme realizzative possono assumere comunque varie strutture diverse (tutte di per sé note e alla portata della persona esperta del settore).

In particolare, il dispositivo di alimentazione 17 è associato al dispositivo di termoformatura 6 per alimentare, in uso, il film termoformabile 3 al dispositivo di termoformatura 6, mentre il trasportatore 18 è associato al dispositivo di
10 termoformatura 6 per ricevere, in uso, il contenitore 2 termoformato e movimentarlo verso una stazione di uscita 16. Il trasferimento del contenitore 2 dal dispositivo di termoformatura 6 al trasportatore 18 può avvenire in qualsiasi modo.

Inoltre, l'apparecchiatura termoformatrice 1 comprende un dispositivo di
15 controllo 19, che è operativamente associato ad almeno uno tra il dispositivo di termoformatura 6 e il trasportatore 18 per rilevare difetti 7 del primo strato 4 di materiale plastico presente nel contenitore 2. In dettaglio, con l'indicazione che il dispositivo di controllo 19 è operativamente associato al dispositivo di termoformatura 6 o al trasportatore 18 si intende che esso è
20 disposto in modo tale da eseguire le suddette fasi di emissione e di rilevazione sul contenitore 2 termoformato, mentre il contenitore 2 si trova, rispettivamente nel dispositivo di termoformatura 6 o sul trasportatore 18.

Nella prima forma di realizzazione, mostrata in figura 1, il dispositivo di controllo 19 e il dispositivo di termoformatura 6 sono fisicamente vicini e sono
25 integrati in un unico componente dell'apparecchiatura termoformatrice 1. In questo caso, il dispositivo di controllo 19 può essere posto sia a monte del dispositivo di termoformatura 6 lungo il percorso di movimentazione, sia a valle del dispositivo di termoformatura 6.

Nella seconda forma di realizzazione, mostrata invece in figura 2, il
30 dispositivo di controllo 19 e il dispositivo di termoformatura 6 sono due

componenti tra loro distinti dell'apparecchiatura termoformatrice 1. In questo caso, il dispositivo di controllo 19 è posizionato a valle del dispositivo di termoformatura 6 lungo il percorso di movimentazione. In questo caso il dispositivo di controllo 19 è vantaggiosamente associato al trasportatore 18.

5 A sua volta il dispositivo di controllo 19 del contenitore 2 comprende un emettitore 20 e un rilevatore 21. L'emettitore 20 è configurato per emettere radiazioni elettromagnetiche nella banda di sollecitazione prefissata e indirizzarle verso il contenitore 2, mentre il rilevatore 21 è configurato per ricevere radiazioni elettromagnetiche emesse nella banda di risposta attesa
10 dal contenitore 2, a seguito della sollecitazione da parte dell'emettitore 20.

In alcune forme di realizzazione, quale quella mostrata nelle figure 7 e 8, allo scopo di cercare di garantire che l'intero contenitore 2 sia irradiato con le radiazioni elettromagnetiche in modo sufficientemente uniforme sono presenti quattro emettitori 20, disposti sostanzialmente ai quattro vertici di un
15 rettangolo o di un quadrato. Un unico rilevatore 21 è posto in corrispondenza del centro del rettangolo o del quadrato, vale a dire in corrispondenza del punto in cui si intersecano le diagonali del rettangolo o del quadrato. Sono tuttavia possibili altre forme realizzative, ad esempio in cui sono presenti un numero diverso di emettitori 20 e/o rilevatori 21 o in cui gli emettitori 20 e/o il
20 rilevatore 21 sono posizionati in modo diverso rispetto a quanto mostrato nelle figure. Vantaggiosamente, inoltre, gli uno o più emettitori 20 e gli uno o più rilevatori 21 sono posizionati all'interno di un involucro che impedisce, o che almeno ostacola, possibili interferenze dovute a sorgenti di radiazioni elettromagnetiche esterne (quali possono essere ad esempio sorgenti
25 luminose); in questo modo viene ridotta la probabilità che queste interferenze esterne possano alterare la rilevazione dei difetti del primo strato 4 di materiale plastico presente nel contenitore 2. L'involucro è inoltre configurato e dimensionato in modo tale da racchiudere di volta in volta, in uso, anche il contenitore 2 con cui interagiscono gli uno o più emettitori 20 e gli uno o più
30 rilevatori 21. Alcune forme realizzative alternative sono descritte nel seguito.

Inoltre, il dispositivo di controllo 19 comprende una unità elettronica di elaborazione, che è collegata al rilevatore 21 per ricevere da esso, in formato digitale, informazioni circa le radiazioni elettromagnetiche ricevute dal rilevatore 21; inoltre, l'unità elettronica di elaborazione è programmata per
5 rilevare difetti 7 presenti nel primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 tramite una elaborazione delle informazioni ricevute dal rilevatore 21. L'unità elettronica di elaborazione può essere vantaggiosamente collegata anche agli emettitori 20 presenti per controllarne l'attivazione. Vantaggiosamente l'unità elettronica di elaborazione è
10 programmata per eseguire la sottofase di esame ed eventualmente la fase di monitoraggio e la fase di ottimizzazione sopra descritte.

Nelle forme realizzative preferite, ciascun emettitore 20 comprende vantaggiosamente una o più lampade 22 (ad esempio a led) che presentano una banda di emissione che comprende la banda di sollecitazione prefissata
15 o che coincide con essa, ed eventualmente uno o più filtri per selezionare la banda di sollecitazione prefissata.

Nelle forme di realizzazione preferite, il rilevatore 21 presenta una pluralità di direzioni di osservazione 11 che escono da esso. Le direzioni di osservazione 11 possono svilupparsi tra loro parallele, ma preferibilmente divergono una
20 dall'altra a mano a mano che ci si allontana dal rilevatore 21. Con l'espressione "direzione di osservazione" 11 si intende una direzione lungo la quale il rilevatore 21 è configurato per ricevere le radiazioni elettromagnetiche emesse nella banda di risposta attesa; ciò significa che ciascuna direzione di osservazione 11 è compresa all'interno del campo di
25 vista 23 del rilevatore 21.

Il rilevatore 21 inoltre è posizionato rispetto alla posizione che assume in uso il contenitore 2 al momento della rilevazione, in modo tale che, in uso, ciascuna direzione di osservazione 11 intercetti una sola volta il primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 (e vantaggiosamente, ogni strato del
30 contenitore 2). Dato che il contenitore 2 è un unico foglio termoformato che

presenta due superfici principali (una superficie interna 9 e una superficie esterna 10), dire che ciascuna direzione di osservazione 11 intercetta il primo strato 4 di materiale plastico una sola volta significa che il rilevatore 21 è disposto in modo tale che nel suo campo di vista 23 siano visibili
5 (contemporaneamente o in momenti successivi) tutte le zone della superficie interna 9 o della superficie esterna 10.

In alcune forme di realizzazione, come quella illustrata in figura 7 e 8, il rilevatore 21 è configurato e posizionato per ricevere contemporaneamente radiazioni elettromagnetiche emesse dall'intero primo strato 4 di materiale
10 plastico del contenitore 2. Ciò significa che il campo di vista 23 del rilevatore 21 presenta una ampiezza tale per cui il rilevatore 21 riesce a osservare contemporaneamente l'intero contenitore 2 termoformato (più precisamente, l'intera superficie interna 9 o l'intera superficie esterna 10).

In alcune forme di realizzazione il rilevatore 21 è vantaggiosamente
15 posizionato al di sopra del contenitore 2, in modo tale che lungo ogni direzione di osservazione 11 del rilevatore 21 non sia interposto alcun elemento tra il rilevatore 21 e il contenitore 2 che impedisca al rilevatore 21 di ricevere le radiazioni elettromagnetiche emesse dall'intero primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2. Una forma di realizzazione di questa
20 tipologia risulta essere vantaggiosa in quanto consente al rilevatore 21 di ricevere le radiazioni elettromagnetiche emesse nella banda di risposta attesa dall'intero primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 in un'unica acquisizione.

In altre forme di realizzazione nelle quali il rilevatore 21 è associato al
25 trasportatore 18 (come ad esempio nell'apparecchiatura termoformatrice 1 mostrata in figura 2), il rilevatore 21 può essere configurato e posizionato per ricevere, in un determinato momento, radiazioni elettromagnetiche emesse solo da una porzione del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 e non dall'intero primo strato 4 di materiale plastico. In questo caso, il
30 rilevatore 21 può inoltre essere configurato per effettuare una pluralità di

rilevazioni successive mentre il contenitore 2 è fatto avanzare dal trasportatore 18, per ricevere radiazioni elettromagnetiche emesse da tutte le porzioni successive del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 che via via entrano nel suo campo di vista 23; in questo modo il rilevatore 21 riceve complessivamente radiazioni elettromagnetiche emesse dall'intero primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 e il dispositivo di controllo 19 è in grado di controllare l'intero primo strato 4 di materiale plastico. In particolare, il rilevatore 21 può ricevere le radiazioni elettromagnetiche emesse solo da una porzione del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 quando tra il rilevatore 21 e il contenitore 2 è interposto un elemento di schermo che presenta una apertura di dimensione limitata: solamente le radiazioni elettromagnetiche emesse dal primo strato 4 di materiale plastico che attraversano l'apertura vengono ricevute dal rilevatore 21 (quindi solo quelle emesse da una porzione del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2). Questa situazione può verificarsi ad esempio se il rilevatore 21 è posto al di sotto del trasportatore 18; vantaggiosamente il trasportatore 18 presenterà un'apertura trasversale al proprio sviluppo, di dimensione inferiore a quella dei contenitori 2 che deve trasportare.

In alcune queste forme di realizzazione è possibile che il rilevatore 21 sia configurato per rilevare le radiazioni elettromagnetiche nella banda di risposta attesa in modo continuo e per inviare le informazioni circa le radiazioni elettromagnetiche ricevute all'unità elettronica di elaborazione in modo continuo.

In altre possibili forme realizzative, il rilevatore 21 può essere configurato per effettuare le rilevazioni ad intervalli temporali regolari stabiliti in funzione della velocità di trasporto del trasportatore 18. Ad esempio, è possibile o che rilevazioni successive siano effettuate in modo tale da ricevere radiazioni elettromagnetiche emesse da porzioni tra loro in parte sovrapposte del primo strato 4 di materiale plastico (soluzione preferita), o che rilevazioni successive siano effettuate in modo tale da ricevere radiazioni

elettromagnetiche emesse da porzioni adiacenti del primo strato 4 di materiale plastico (che condividano cioè solo il bordo).

In alcune forme realizzative, il rilevatore 21 può essere configurato per effettuare le rilevazioni ad intervalli temporali irregolari stabiliti in funzione della posizione del contenitore 2, anche in questo caso in modo tale da ricevere radiazioni da porzioni di volta in volta parzialmente sovrapposte o adiacenti. In particolare, il dispositivo di controllo 19 può comprendere inoltre un elemento di trigger collegato all'unità elettronica di elaborazione per rilevare, ad esempio, l'arrivo del contenitore 2 in una posizione predeterminata, in modo tale che l'unità elettronica di elaborazione attivi conseguentemente il rilevatore 21 (ed eventualmente l'emettitore 20).

Quanto descritto con riferimento al rilevatore 21 associato al trasportatore 18, viene vantaggiosamente effettuato mentre il trasportatore 18 muove il contenitore 2 lungo il percorso di movimentazione, senza fermarlo quando il rilevatore 21 effettua le rilevazioni per ricevere le radiazioni elettromagnetiche. Tuttavia, in alcune forme di realizzazione, è anche possibile che il trasportatore 18 fermi il contenitore 2 e che il rilevatore 21 riceva le radiazioni elettromagnetiche emesse nella banda attesa dalla porzione del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 compresa nel suo campo di vista 23, quando il contenitore 2 stesso è fermo. Sostanzialmente, nel primo caso il contenitore 2 è movimentato in modo continuo dal trasportatore 18, mentre nel secondo caso il contenitore 2 è movimentato in modo discontinuo.

Nelle forme di realizzazione preferite, il rilevatore 21 comprende un dispositivo di acquisizione di immagini e le informazioni che l'unità elettronica di elaborazione riceve dal rilevatore 21 sono almeno una immagine acquisita del contenitore 2. Ad esempio, nelle forme di realizzazione in cui il primo strato 4 di materiale plastico emette radiazioni elettromagnetiche in una banda di risposta attesa che comprende la banda del visibile, il rilevatore 21 comprende una fotocamera digitale.

In alcune forme di realizzazione, il rilevatore 21 è costituito dal dispositivo di acquisizione di immagini.

Nel caso in cui il rilevatore 21 comprende il dispositivo di acquisizione di immagini ed è configurato per effettuare una pluralità di rilevazioni successive per ricevere radiazioni elettromagnetiche emesse da tutte le porzioni successive del primo strato 4 di materiale plastico del contenitore 2 che via via entrano nel suo campo di vista 23, il rilevatore 21 genera una immagine acquisita 8 parziale per ciascuna di tali porzioni. In questo caso, almeno uno tra il rilevatore 21 e l'unità elettronica di elaborazione può essere inoltre programmato per combinare tra loro le immagini acquisite 8 parziali e generare un'immagine acquisita 8 complessiva dell'intero contenitore 2 utilizzando le comuni tecniche di combinazione di più immagini di parti diverse di un oggetto. In alternativa, l'unità elettronica di elaborazione può essere programmata per elaborare ciascuna immagine acquisita 8 parziale per rilevare i difetti 7, come meglio spiegato nel seguito.

Nelle forme di realizzazione in cui il rilevatore 21 comprende il dispositivo di acquisizione di immagini e in cui le informazioni che l'unità elettronica di elaborazione riceve sono almeno una immagine acquisita 8 (intera o parziale), l'unità elettronica di elaborazione è programmata per rilevare difetti 7 nel primo strato 4 di materiale plastico tramite un'elaborazione dell'immagine acquisita 8, in particolare eseguendo la sottofase di esame sopra descritta.

Ulteriormente nel dettaglio, in alcune forme realizzative l'unità elettronica di elaborazione è programmata per elaborare l'immagine ricevuta dal rilevatore 21 tramite un algoritmo di elaborazione delle immagini basato su un confronto tra l'immagine ricevuta e una immagine attesa 13 del contenitore 2. Una possibile forma di realizzazione di questa tipologia è basata su un'unità elettronica di elaborazione che è programmata per eseguire le fasi descritte in precedenza con riferimento all'algoritmo di elaborazione delle immagini che è basato sul confronto tra intensità delle immagini (rispettivamente

dell'immagine ricevuta e l'immagine attesa 13).

In alcune forme realizzative dell'apparecchiatura termoformatrice 1, l'unità elettronica di elaborazione è programmata per elaborare l'immagine ricevuta dal rilevatore 21 tramite un algoritmo basato su intelligenza artificiale, in particolare in accordo con quanto sopra descritto in relazione al metodo.

Si sottolinea, comunque, che, a seconda delle forme realizzative, è possibile che l'unità elettronica di elaborazione sia programmata per elaborare, tramite l'algoritmo basato sull'intelligenza artificiale, direttamente l'immagine ricevuta dal rilevatore 21 o l'immagine ricevuta dal rilevatore 21 elaborata in precedenza dalla stessa unità elettronica di elaborazione tramite l'algoritmo di elaborazione delle immagini basato sul confronto tra l'immagine ricevuta e l'immagine attesa 13 del contenitore 2. Sostanzialmente, l'algoritmo basato su intelligenza artificiale e l'algoritmo di elaborazione delle immagini basato sul confronto tra le immagini possono essere utilizzati sia in modo indipendente l'uno rispetto all'altro, sia in modo combinato tra di loro (in qualsiasi ordine).

In alcune forme di realizzazione dell'apparecchiatura termoformatrice 1, l'emettitore 20 emette le radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata che comprende la banda dell'ultravioletto. Vantaggiosamente, l'emettitore 20 emette le radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata che è costituita dalla banda dell'ultravioletto. Queste forme di realizzazione sono particolarmente vantaggiose quando l'apparecchiatura termoformatrice 1 è destinata ad utilizzare un film termoformabile 3 in cui l'indicatore è una sostanza a base fluorescente, in particolare del tipo sopra descritto. Sono inoltre possibili delle altre forme di realizzazione in accordo con quanto descritto in precedenza per il metodo.

In alcune forme realizzative, l'apparecchiatura termoformatrice 1 comprende inoltre un dispositivo di espulsione 24 che è associato al trasportatore 18. Il dispositivo di espulsione 24 è collegato all'unità elettronica di elaborazione

ed è da essa comandato. La funzione del dispositivo di espulsione 24 è impedire che un contenitore 2 nel quale è stato rilevato almeno un difetto 7 nel primo strato 4 di materiale plastico (un contenitore 2 difettoso) raggiunga la stazione di uscita 16. Nelle forme di realizzazione illustrate nelle figure, il
5 dispositivo di espulsione 24 è posizionato in corrispondenza di una biforcazione del trasportatore 18: un primo tratto 25 del trasportatore 18 si estende dalla biforcazione fino alla stazione di uscita 16, mentre un secondo tratto 26 del trasportatore 18 si estende dalla biforcazione fino a una stazione di scarto 27. Vantaggiosamente, il dispositivo di espulsione 24 comprende un
10 elemento di deviazione (non rappresentato nelle figure) che è mobile tra una posizione operativa e una posizione non operativa. Quando l'elemento di deviazione è nella posizione operativa, esso devia il contenitore 2 lungo il secondo tratto 26 del trasportatore 18 verso la stazione di scarto 27, mentre quando l'elemento di deviazione è nella posizione non operativa, esso
15 consente la movimentazione del contenitore 2 lungo il primo tratto 25 del trasportatore 18 verso la stazione di uscita 16. Più nel dettaglio, l'elemento di deviazione viene movimentato dalla posizione non operativa alla posizione operativa, in seguito ad un comando dell'unità elettronica di elaborazione, quando essa ha rilevato almeno un difetto 7 nel contenitore 2 (contenitore 2
20 difettoso), in modo tale da deviare lungo il secondo tratto 26, e quindi verso la stazione di scarto 27, tale contenitore 2 difettoso. L'elemento di deviazione viene invece mantenuto nella posizione non operativa quando l'unità elettronica di elaborazione non ha rilevato alcun difetto 7 (contenitore 2 idoneo), in modo tale che il contenitore 2 idoneo raggiunga la stazione di
25 uscita 16.

Altre forme di realizzazione del dispositivo di espulsione 24 e del relativo elemento di deviazione, sono possibili. Ad esempio il dispositivo di espulsione 24 può comprendere un elemento di deviazione comprendente un pistone che spinge il contenitore 2 difettoso verso il secondo tratto 26 del
30 trasportatore 18. Ancora, in alcune forme realizzative il primo tratto 25 e il

- secondo tratto 26 del trasportatore 18 sono posti uno sopra l'altro e il dispositivo di espulsione 24 comprende un terzo tratto del trasportatore 18 che è mobile tra una posizione non operativa in cui è allineato al primo tratto 25 e una posizione operativa in cui è allineato al secondo tratto 26. In altre
- 5 forme realizzative, il trasportatore 18 comprende il primo tratto 25 e il terzo tratto ma non il secondo tratto 26; in quel caso, quando il terzo tratto è nella posizione operativa è orientato verso il basso e scarica direttamente il contenitore 2 difettoso in un organo di raccolta posto al di sotto del trasportatore 18.
- 10 In alcune forme realizzative, l'unità elettronica di elaborazione è inoltre programmata per monitorare il funzionamento dell'apparecchiatura termoformatrice 1 memorizzando ed esaminando dati relativi alla produzione di contenitori 2 difettosi (vale a dire per eseguire la fase di monitoraggio sopra descritta). In particolare, l'unità elettronica di elaborazione è programmata
- 15 per memorizzare dati circa la qualità di ogni contenitore 2 termoformato, vale a dire circa l'esito dell'esame svolto su ogni contenitore 2; preferibilmente può memorizzare se il contenitore 2 sia idoneo o difettoso e, in questo secondo caso, vantaggiosamente, anche le ragioni che lo hanno fatto classificare come difettoso (vedasi quanto sopra descritto in relazione al metodo).
- 20 Inoltre, l'unità elettronica di elaborazione è programmata per effettuare una elaborazione di tali dati, secondo quanto sopra descritto in relazione al metodo.
- Vantaggiosamente, l'unità elettronica di elaborazione può essere programmata per eseguire anche la fase di ottimizzazione, vale a dire per
- 25 variare parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura 6 in base ai risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati oggetto della fase di monitoraggio. Ad esempio, è possibile che l'unità elettronica di elaborazione sia operativamente collegata al dispositivo di termoformatura 6 per modificare i parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura 6
- 30 (ad esempio, come già descritto, la temperatura, la pressione, il tempo). In

alcuni casi può essere possibile che la variazione dei parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura 6 sia comunicata ad un operatore e/o debba essere confermata dall'operatore.

La presente invenzione consegue importanti vantaggi.

- 5 Grazie alla presente invenzione, infatti, è stato possibile mettere a punto un metodo per la realizzazione di un contenitore tramite termoformatura e realizzare una apparecchiatura termoformatrice, che consentono di realizzare contenitori utilizzando un film termoformabile di spessore inferiore rispetto a quelli oggi utilizzati nel settore. Ciò permette di utilizzare una
- 10 minore quantità di materiale, diminuendo i costi e riducendo le difficoltà legate al riciclo del materiale.

Va infine rilevato che la presente invenzione risulta di relativamente facile realizzazione e che anche il costo connesso alla sua attuazione non risulta molto elevato.

- 15 L'invenzione così concepita è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo che la caratterizza.

Tutti i dettagli sono rimpiazzabili da altri tecnicamente equivalenti ed i materiali impiegati, nonché le forme e le dimensioni dei vari componenti, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze.

20

IL MANDATARIO

Ing. Simone Ponchioli
(Albo Prot. n. 1070BM)

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura termoformatrice per la realizzazione di un contenitore (2) tramite la termoformatura di un film termoformabile (3), il film termoformabile (3) e il contenitore (2) ottenuto dalla sua termoformatura
- 5 comprendendo almeno un primo strato (4) di materiale plastico in cui è distribuito un indicatore che emette radiazioni elettromagnetiche in una banda di risposta attesa quando è sollecitato con radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata, l'apparecchiatura termoformatrice (1) comprendendo:
- 10 - un dispositivo di termoformatura (6), che è configurato per termoformare il film termoformabile (3);
- un dispositivo di alimentazione (17) associato al dispositivo di termoformatura (6) per alimentare, in uso, il film termoformabile (3) al dispositivo di termoformatura (6);
- 15 - un trasportatore (18) associato al dispositivo di termoformatura (6) per ricevere, in uso, il contenitore (2) termoformato e movimentarlo verso una stazione di uscita (16); e
- un dispositivo di controllo (19) che è operativamente associato ad almeno uno tra il dispositivo di termoformatura (6) e il trasportatore (18) per rilevare
- 20 difetti (7) del primo strato (4) di materiale plastico presente nel contenitore (2),
- in cui il dispositivo di controllo (19) del contenitore (2) comprende:
- un emettitore (20) configurato per emettere radiazioni elettromagnetiche nella banda di sollecitazione prefissata e indirizzarle verso il contenitore (2);
- 25 un rilevatore (21) configurato per ricevere radiazioni elettromagnetiche emesse nella banda di risposta attesa dal contenitore (2), a seguito della sollecitazione da parte dell'emettitore (20); e
- una unità elettronica di elaborazione collegata al rilevatore (21) per ricevere da esso, in formato digitale, informazioni circa le radiazioni
- 30 elettromagnetiche ricevute dal rilevatore (21), e che è programmata per

determinare la presenza o meno di difetti (7) presenti nel primo strato (4) di materiale plastico del contenitore (2), tramite una elaborazione delle informazioni ricevute dal rilevatore (21).

5 **2.** Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, in cui il rilevatore (21) presenta una pluralità di direzioni di osservazione (11) ed è posizionato in modo tale che, in uso, ciascuna direzione di osservazione (11) intercetti una sola volta il primo strato (4) di materiale plastico del contenitore (2).

10 **3.** Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui il rilevatore (21) è configurato e posizionato per ricevere contemporaneamente radiazioni elettromagnetiche emesse dall'intero primo strato (4) di materiale plastico del contenitore (2).

15 **4.** Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui il rilevatore (21) è associato al trasportatore (18) ed è configurato e posizionato per ricevere radiazioni elettromagnetiche emesse da una porzione del primo strato (4) di materiale plastico del contenitore (2), e per effettuare una pluralità di rilevazioni mentre il contenitore (2) è fatto avanzare dal trasportatore (18) per ricevere radiazioni elettromagnetiche emesse da porzioni successive del primo strato (4) di materiale plastico del contenitore (2), in modo tale che il rilevatore (21) riceva complessivamente radiazioni elettromagnetiche
20 emesse dall'intero primo strato (4) di materiale plastico del contenitore (2).

5. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui il rilevatore (21) comprende un dispositivo di acquisizione di immagini e le informazioni che l'unità elettronica di elaborazione riceve dal rilevatore (21) sono almeno una immagine acquisita (8).

25 **6.** Apparecchiatura secondo la rivendicazione 5, in cui l'unità elettronica di elaborazione è programmata per rilevare difetti (7) nel primo strato (4) di materiale plastico tramite un'elaborazione dell'almeno una immagine acquisita (8).

30 **7.** Apparecchiatura secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui l'unità elettronica di elaborazione è programmata per elaborare l'almeno una immagine

ricevuta dal rilevatore (21) tramite un algoritmo di elaborazione delle immagini basato su un confronto tra l'almeno una immagine ricevuta e una immagine attesa (13) del contenitore (2).

8. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 6 o 7, in cui l'unità elettronica di elaborazione è programmata per elaborare l'almeno una immagine ricevuta dal rilevatore (21) tramite un algoritmo basato su intelligenza artificiale selezionato da un gruppo comprendente: algoritmi basati su tecniche di apprendimento supervisionato, algoritmi basati su tecniche di apprendimento non supervisionato, algoritmi basati su tecniche di apprendimento per rinforzo.

9. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8, in cui l'emettitore (20) emette le radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata che comprende la banda dell'ultravioletto, e in cui l'indicatore è una sostanza a base fluorescente e comprende almeno un elemento selezionato da un gruppo costituito da: indicatore ultravioletto, indicatore infrarosso, colorante, pigmento, sbiancante ottico, agente sbiancante fluorescente, colorante antrachinonico, 2,2'-(2,5-thiophenylenediyl)bis(5-tert-butylbenzoxazole), hydroxyl-4-(p-tolylamino)anthracene-9,10-dione, 2,5-thiophenediylbis(5-tert-butyl-1,3-benzoxazole).

10. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 9, comprendente inoltre un dispositivo di espulsione (24) che è associato al trasportatore (18), che è collegato all'unità elettronica di elaborazione e che è comandato dall'unità elettronica di elaborazione per impedire che un contenitore (2) nel quale è stato rilevato almeno un difetto (7) nel primo strato (4) di materiale plastico, raggiunga la stazione di uscita (16).

11. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 10, in cui l'unità elettronica di elaborazione è programmata inoltre per monitorare il funzionamento dell'apparecchiatura termoformatrice (1) memorizzando ed esaminando dati circa la qualità dei contenitori (2) realizzati e per elaborare

tali dati per identificare eventuali problemi dell'apparecchiatura termoformatrice (1) e/o per variare parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura (6).

12. Metodo per la realizzazione di un contenitore (2) tramite termoformatura,

5 comprendente le seguenti fasi:

una fase di alimentazione, in cui si alimenta un film termoformabile (3) ad un dispositivo di termoformatura (6), il film termoformabile (3) comprendendo almeno un primo strato (4) di materiale plastico in cui è distribuito un indicatore che emette radiazioni elettromagnetiche in una banda di risposta
10 attesa quando è sollecitato con radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata;

una fase di termoformatura, in cui si termoforma il film termoformabile (3) tramite il dispositivo di termoformatura (6) per ottenere il contenitore (2), il contenitore (2) comprendendo il primo strato (4) di materiale plastico; e

15 una fase di controllo, che comprende a sua volta: una sottofase di emissione durante la quale si emettono radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata verso il contenitore (2); una sottofase di ricezione, contemporanea alla sottofase di emissione, in cui si rilevano radiazioni elettromagnetiche in una banda di risposta attesa emesse dal
20 primo strato (4) di materiale plastico del contenitore (2) a seguito della sollecitazione dovuta alle radiazioni elettromagnetiche nella banda di sollecitazione prefissata; e una sottofase di esame, in cui si esaminano informazioni circa le radiazioni elettromagnetiche rilevate nella banda di risposta attesa per determinare la presenza o meno di difetti (7) nel primo
25 strato (4) di materiale plastico del contenitore (2).

13. Metodo secondo la rivendicazione 12, in cui le informazioni circa le radiazioni elettromagnetiche nella banda di risposta attesa sono almeno una immagine acquisita (8), nella fase di controllo essendo rilevati difetti (7) nel primo strato (4) di materiale plastico tramite una elaborazione dell'almeno
30 una immagine acquisita (8).

- 14.** Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui durante la fase di controllo si elabora l'almeno una immagine acquisita (8) tramite almeno un algoritmo di elaborazione delle immagini basato su un confronto tra l'almeno una immagine acquisita (8) e una immagine attesa (13) del contenitore (2).
- 5 **15.** Metodo secondo la rivendicazione 13 o 14, in cui durante la fase di controllo si elabora l'almeno una immagine acquisita (8) tramite un algoritmo basato su intelligenza artificiale selezionato da un gruppo comprendente: algoritmi basati su tecniche di apprendimento supervisionato, algoritmi basati su tecniche di apprendimento non supervisionato, algoritmi basati su
- 10 tecniche di apprendimento per rinforzo.
- 16.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 15, comprendente inoltre una fase di scarico, in cui i contenitori (2) termoformati sono movimentati verso una stazione di uscita (16), la fase di controllo essendo svolta durante la fase di scarico.
- 15 **17.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 16, comprendente inoltre una fase di scarto, eseguita successivamente alla fase di controllo, in cui vengono scartati i contenitori (2) per i quali, durante la fase di controllo, è stato rilevato almeno un difetto (7) nel primo strato (4) di materiale plastico del contenitore (2).
- 20 **18.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 17, in cui la banda di sollecitazione prefissata delle radiazioni elettromagnetiche emesse durante la fase di controllo comprende la banda dell'ultravioletto, e in cui l'indicatore è una sostanza a base fluorescente e comprende almeno un elemento selezionato da un gruppo costituito da: indicatore ultravioletto,
- 25 indicatore infrarosso, colorante, pigmento, sbiancante ottico, agente sbiancante fluorescente, colorante antrachinonico, 2,2'-(2,5-thiophenylenediyl)bis(5-tert-butylbenzoxazole), hydroxyl-4-(p-tolylamino)anthracene-9,10-dione, 2,5-thiophenediylbis(5-tert-butyl-1,3-benzoxazole).
- 30 **19.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 12 a 18,

comprendente una fase di monitoraggio in cui si memorizzano e si esaminano dati circa la qualità dei contenitori (2) realizzati.

20. Metodo secondo la rivendicazione 19, comprendente inoltre una fase di ottimizzazione in cui i dati circa la qualità di un gruppo di contenitori (2) 5 termoformati memorizzati durante la fase di monitoraggio, sono elaborati per identificare eventuali problemi della fase di termoformatura e/o per variare parametri di funzionamento del dispositivo di termoformatura (6).

21. Contenitore realizzato tramite una termoformatura di un film termoformabile (3), comprendente almeno un primo strato (4) di materiale 10 plastico termoformato in cui è distribuito un indicatore che emette radiazioni elettromagnetiche in una banda di risposta attesa quando è sollecitato con radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata.

22. Contenitore secondo la rivendicazione 21, in cui l'indicatore è una sostanza a base fluorescente e comprende almeno un elemento selezionato 15 da un gruppo costituito da: indicatore ultravioletto, indicatore infrarosso, colorante, pigmento, sbiancante ottico, agente sbiancante fluorescente, colorante antrachinonico, 2,2'-(2,5-thiophenylenediyl)bis(5-tert-butylbenzoxazole), hydroxyl-4-)p-tolylamino)anthracene-9,10-dione, 2,5-thiophenediylbis(5-tert-butyl-1,3- benzoxazole), l'indicatore emettendo le 20 radiazioni elettromagnetiche nella banda di risposta attesa quando è sollecitato con radiazioni elettromagnetiche in una banda di sollecitazione prefissata che comprende la banda dell'ultravioletto.

23. Contenitore secondo la rivendicazione 21 o 22, in cui il primo strato (4) di materiale plastico è uno strato di materiale atto a costituire una barriera per 25 l'ossigeno.

24. Contenitore secondo la rivendicazione 23, in cui il primo strato (4) di materiale plastico ha uno spessore compreso tra 0.5 μm e 10 μm , preferibilmente pari o inferiore a 5 μm , ancor più preferibilmente compreso tra 2 μm e 3 μm .

Ing. Simone Ponchiroli
(Albo Prot. n. 1070BM)

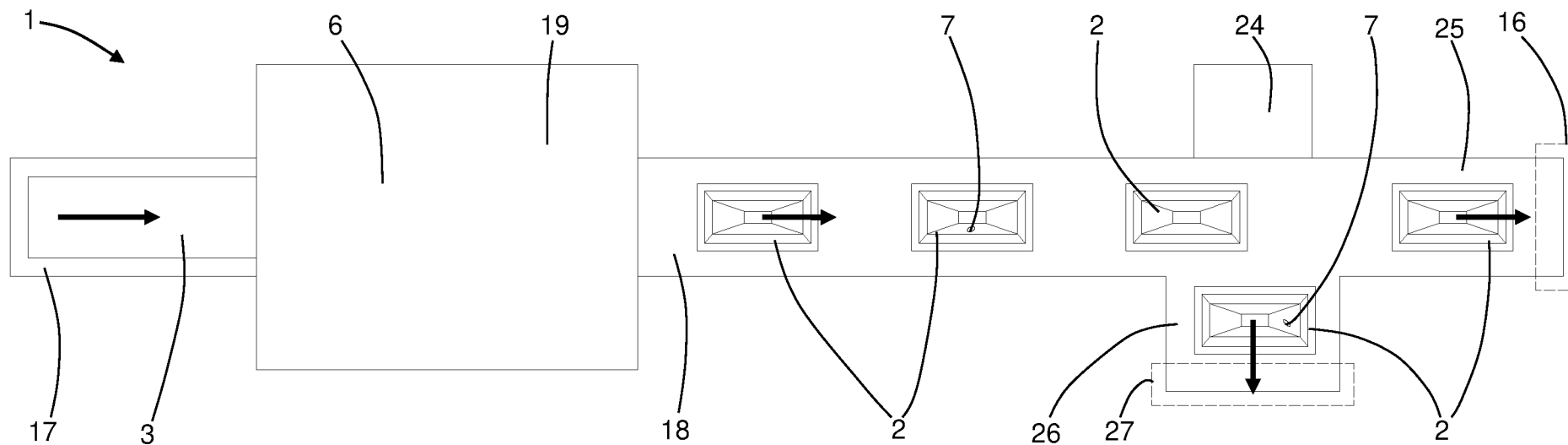


FIG. 1

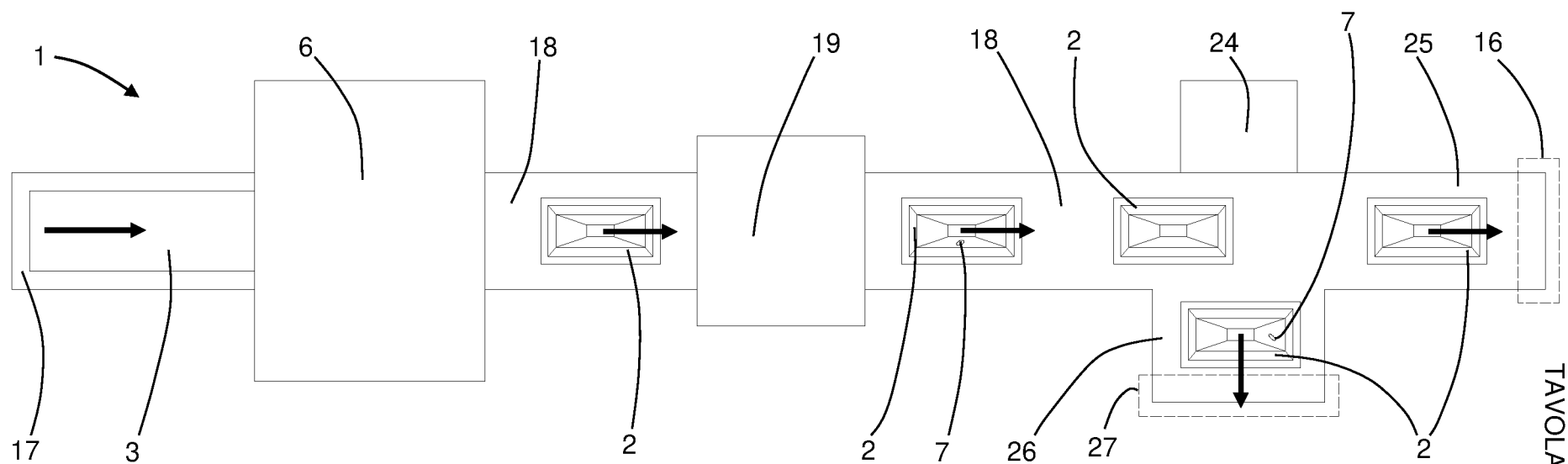


FIG. 2

TAVOLA 1/4

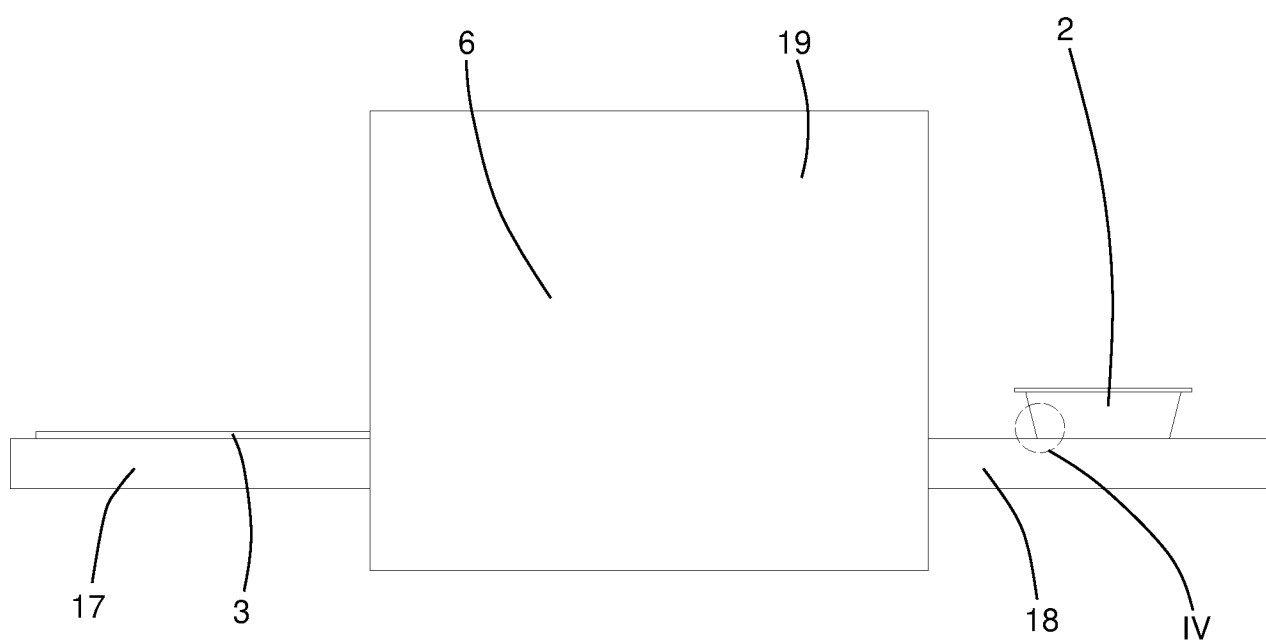


FIG. 3

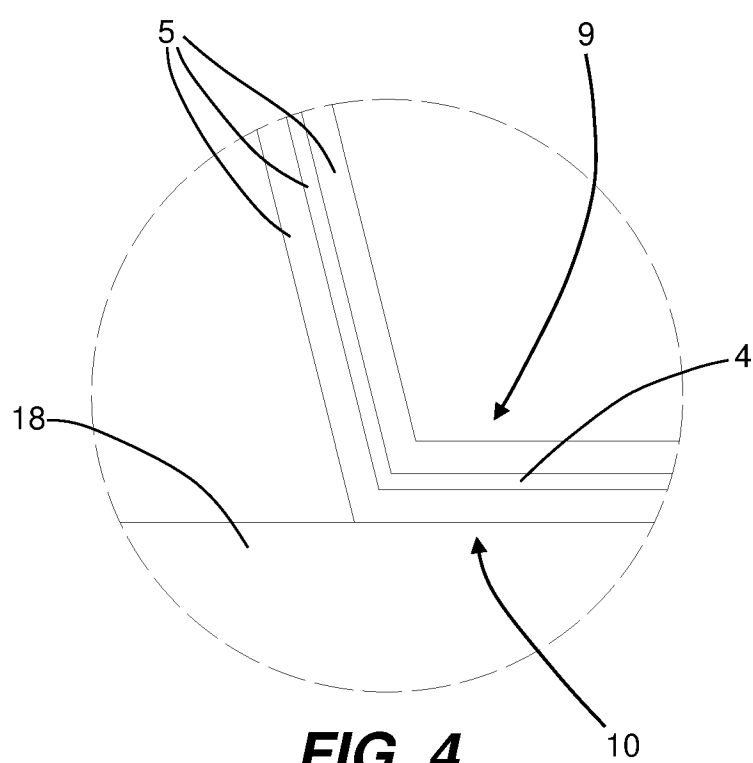
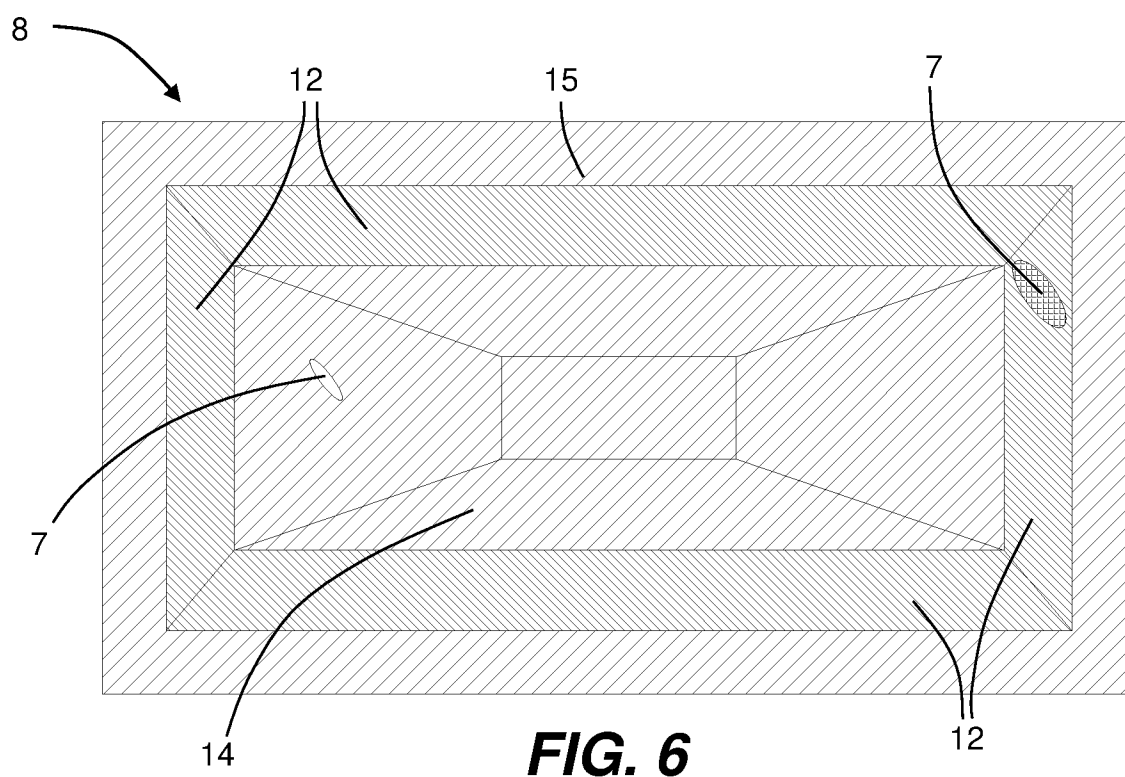
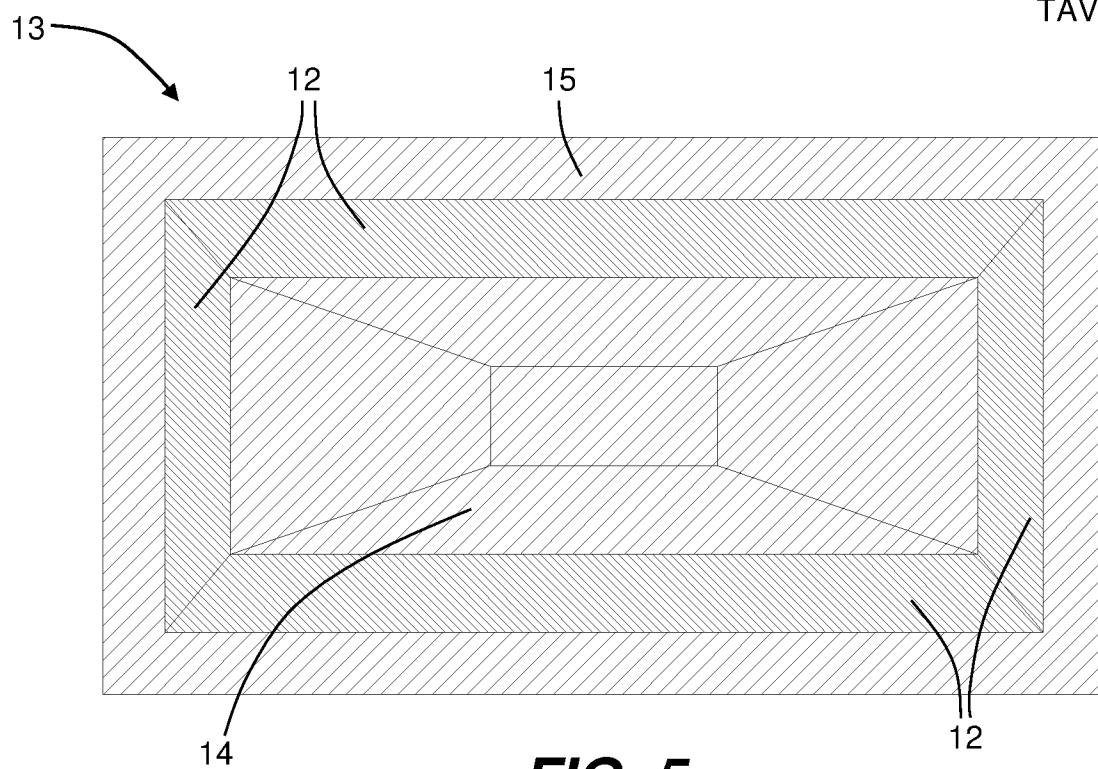


FIG. 4



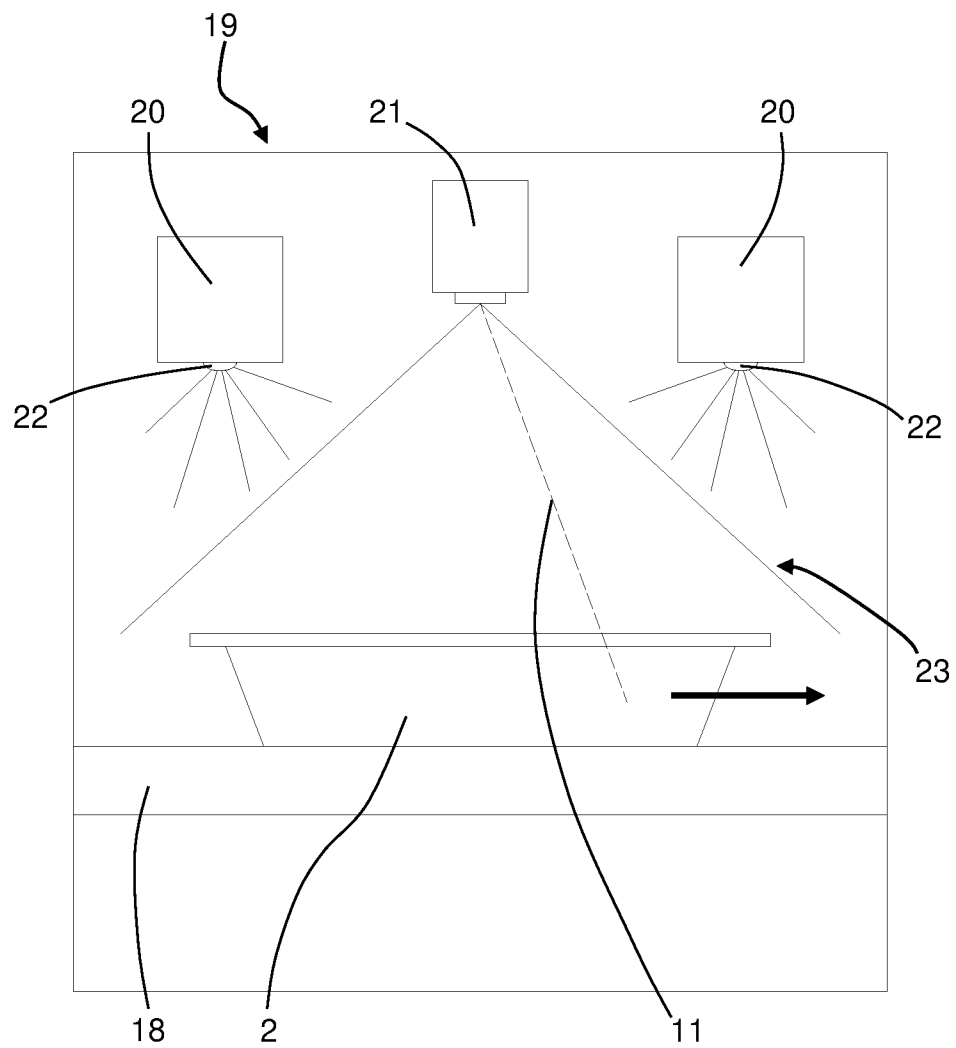


FIG. 7

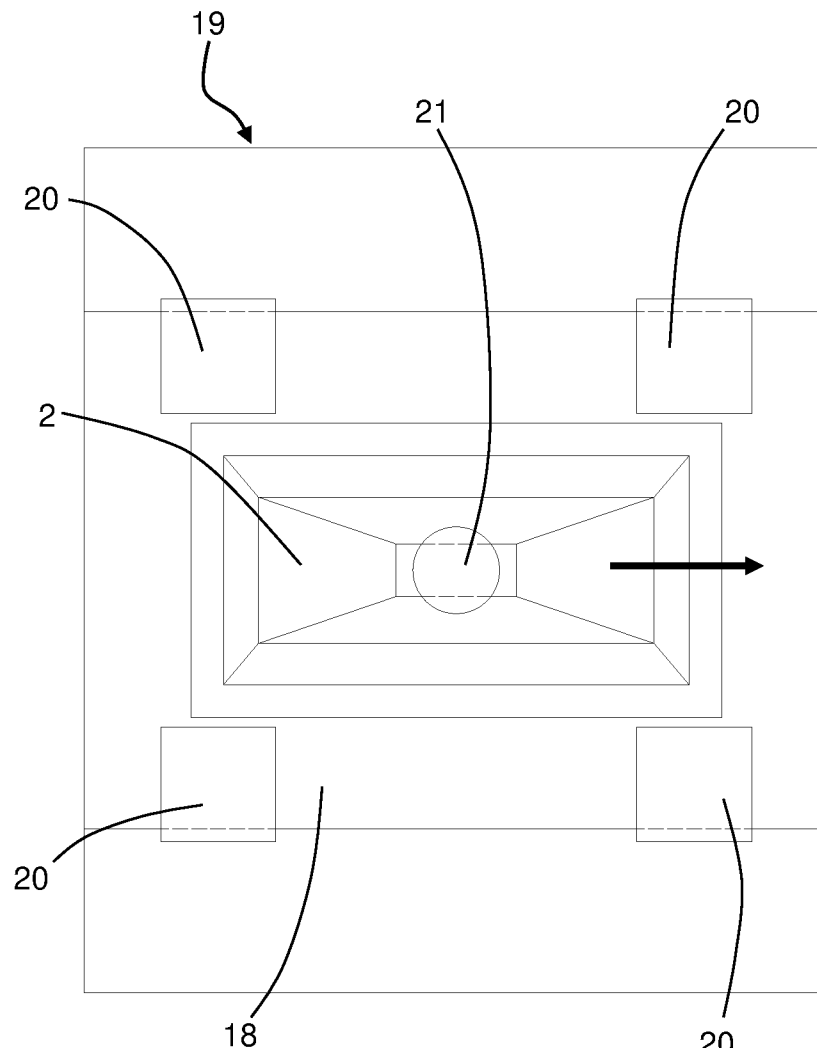


FIG. 8