



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	102015902344014
Data Deposito	14/04/2015
Data Pubblicazione	14/10/2016

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	N		

Titolo

APPARATO E METODO DI ISPEZIONE OTTICA DI OGGETTI, IN PARTICOLARE COPERCHI METALLICI.

DESCRIZIONE

Annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE avente per titolo

APPARATO E METODO DI ISPEZIONE OTTICA DI OGGETTI, IN PARTICOLARE COPERCHI METALLICI.

A nome: **SACMI COOPERATIVA MECCANICI IMOLA SOCIETA' COOPERATIVA**

Via Selice Provinciale n. 17/A
I-40026 IMOLA (BOLOGNA)

Mandatari: Ing. Marco CONTI, Albo iscr. nr. 1280 BM

La presente invenzione ha per oggetto un apparato e un metodo di ispezione ottica di oggetti, in particolare coperchi metallici.

Il trovato riguarda il settore dei sistemi di ispezione ottica di oggetti, in particolare per la rilevazione di difetti in oggetti metallici, quali ad esempio coperchi di barattoli o lattine.

Pertanto, il trovato è finalizzato ad effettuare un controllo di qualità di oggetti prodotti in serie, per esempio in una linea di produzione in ciclo continuo.

Nel caso dei coperchi metallici, difetti che tipicamente si verificano sono, ad esempio, graffi e ammaccature.

Esempi di apparati di ispezione ottica di oggetti sono forniti dai documenti brevettuali EP729572B1, JP11295047A e US2008/212318.

In queste soluzioni, l'oggetto da ispezionare viene illuminato in fasi successive, in sequenza temporale. Tali soluzioni prevedono anche di illuminare l'oggetto con luce a diverse frequenza, per facilitare l'ispezione di oggetti di colori diversi.

Tuttavia, tali sistemi sono complessi e hanno l'inconveniente di richiedere tempi particolarmente lunghi per l'ispezione degli oggetti; ciò è penalizzante in particolare nel caso di uso dell'apparato di ispezione nel

contesto di una linea produttiva con elevata capacità produttiva degli oggetti. Inoltre, queste soluzioni non consentono di discernere efficacemente le diverse tipologie di difetti, in particolare quelli tipici dei coperchi metallici.

- 5 Altri esempi di apparati di ispezione ottica sono forniti dai documenti brevettuali US2008212318A1, JP2011-295047 e WO2011055397A1 (quest'ultimo della stessa Richiedente).

10 In queste soluzioni, si utilizzano elementi illuminanti configurati per illuminare l'oggetto da ispezionare secondo percorsi ottici diversi e con luce a frequenza diversa. Ciò permette di acquisire una singola immagine di un oggetto, la quale contiene contributi di illuminazioni di tipo diverso (per esempio in radenza o dall'alto), con la possibilità di separare, in una successiva fase di elaborazione dell'immagine, tali contributi di illuminazione.

- 15 Pertanto, queste soluzioni hanno il vantaggio di garantire una relativa rapidità nella ispezione.

Tuttavia, anche queste soluzioni hanno un limite di affidabilità e di efficacia nella individuazione dei difetti, con particolare riferimento alle tipologie di difetti, in particolare quelli tipici dei coperchi metallici.

- 20 Scopo del presente trovato è rendere disponibile un apparato e un metodo di ispezione ottica di oggetti, in particolare coperchi metallici, che superino gli inconvenienti della tecnica nota sopra citati.

25 In particolare, è scopo del presente trovato mettere a disposizione un un apparato e un metodo di ispezione ottica di oggetti, in particolare coperchi metallici che sia rapido ed affidabile.

Ulteriore scopo della presente invenzione è proporre un apparato e un metodo di ispezione ottica di oggetti, in particolare coperchi metallici che siano particolarmente efficaci nella individuazione dei difetti dei coperchi metallici.

- 30 Ulteriore scopo della presente invenzione è proporre un apparato di ispezione ottica di oggetti, in particolare coperchi metallici che sia

particolarmente semplice da costruire ed economico.

Detti scopi sono pienamente raggiunti dall'apparato e dal metodo di ispezione ottica di oggetti secondo presente trovato, che si caratterizzano per quanto contenuto nelle rivendicazioni sotto riportate.

- 5 In particolare, l'apparato di ispezione ottica secondo la presente descrizione è mirato a ispezionare oggetti (particolarmente, ma non esclusivamente coperchi metallici) alimentati singolarmente e in successione a una stazione di ispezione.

10 Nella stazione di ispezione, l'oggetto è posizionato su una superficie di appoggio disposta in un piano di riferimento.

Preferibilmente, gli oggetti vengono movimentati nella stazione di ispezione da un trasportatore. Preferibilmente, il trasportatore definisce tale superficie di appoggio; inoltre, preferibilmente, il trasportare è configurato per spostare gli oggetti in un piano di spostamento che
15 coincide con tale piano di riferimento.

L'apparato comprende una telecamera preposta ad acquisire immagini degli oggetti.

La telecamera è in una posizione sovrastante la stazione di ispezione.

20 Inoltre, la telecamera è orientata secondo un asse di visione verticale, per vedere l'oggetto da ispezionare posizionato nella stazione di ispezione. Con l'espressione "verticale" riferita all'asse di visione si intende un'orientazione arbitraria. Preferibilmente, l'asse di visione è perpendicolare a detto piano di riferimento, ovvero a detto piano di spostamento.

25 L'apparato di ispezione comprende un primo illuminatore configurato per emettere raggi di luce ad una prima frequenza. Con l'espressione "prima frequenza" si intende un valore di frequenza della luce, ovvero una banda, ossia un intervallo di frequenza della luce.

30 I raggi emessi dal primo illuminatore hanno una prima inclinazione rispetto a detto asse di visione.

Preferibilmente, detta prima inclinazione è tale da sottoporre l'oggetto

(posizionato nella stazione di ispezione) ad illuminazione radente a detta prima frequenza. Pertanto, per esempio, detta prima inclinazione corrisponde a un angolo (rispetto all'asse di visione) compreso nell'intervallo [70; 90] gradi sessagesimali.

5 L'apparato di ispezione comprende un secondo illuminatore configurato per emettere raggi di luce ad una seconda frequenza, diversa dalla prima frequenza.

I raggi emessi dal secondo illuminatore hanno una seconda inclinazione rispetto all'asse di visione. La seconda inclinazione è inferiore alla prima
10 inclinazione.

Preferibilmente, la seconda inclinazione è tale da sottoporre l'oggetto (posizionato nella stazione di ispezione) ad illuminazione dall'alto a detta seconda frequenza. Pertanto, per esempio, detta prima inclinazione
15 corrisponde a un angolo (rispetto all'asse di visione) compreso nell'intervallo [0; 30] gradi sessagesimali.

L'apparato di ispezione comprende anche un terzo illuminatore configurato per emettere raggi di luce ad una terza frequenza, diversa da dette prima e seconda frequenza. Con le espressioni "seconda frequenza" e "terza
20 frequenza" si intende quanto già detto sopra a proposito della espressione "prima frequenza". A titolo di esempio, la prima frequenza è nello spettro del rosso, la seconda del blu e la terza del verde. Tale esempio non vuole essere limitativo, per cui la prima, seconda e terza frequenza possono essere scelte in modo arbitrario, purché siano sufficientemente distanti (per esempio in termini di centro banda) l'una dall'altra da permettere un
25 disaccoppiamento dei contributi di illuminazione del primo, secondo e terzo illuminatore, in una fase di elaborazione ovvero di filtraggio.

Tale filtraggio, per esempio, viene eseguito dall'elaboratore, ed è un filtraggio digitale dei dati di immagine acquisiti.

In un altro esempio, il filtraggio potrebbe essere di tipo ottico in fase di
30 acquisizione. Per esempio, Il filtraggio ottico avviene attenuando selettivamente uno o più intervalli di lunghezza d'onda, con il risultato di

far passare attraverso il filtro unicamente le lunghezze d'onda di interesse. I raggi emessi dal terzo illuminatore hanno una pluralità di inclinazioni diverse, rispetto all'asse di visione. A tale scopo, preferibilmente, il terzo illuminatore è disposto su una superficie tridimensionale disposta intorno alla stazione di ispezione e a un percorso ottico definito dalla telecamera.

In particolare, il terzo illuminatore è configurato per sottoporre l'oggetto (posizionato nella stazione di ispezione) ad illuminazione diffusa a detta terza frequenza. Detta pluralità di inclinazioni (dei raggi emessi dal terzo illuminatore) corrisponde a una pluralità di angoli (rispetto all'asse di visione) compresi nell'intervallo $[0; 90]$ gradi sessagesimali. Preferibilmente, tale pluralità di inclinazioni (dei raggi emessi dal terzo illuminatore) corrisponde a una pluralità di angoli (rispetto all'asse di visione) distribuiti (preferibilmente, ma non necessariamente in modo uniforme) in tutto l'intervallo $[0; 90]$ gradi sessagesimali.

L'apparato di ispezione comprende anche un processore collegato alla telecamera e programmato per elaborare le immagini acquisite dalla telecamera stessa.

Il processore è programmato per generare, a partire da ciascuna immagine acquisita, una prima, una seconda e una terza immagine filtrata.

La prima immagine filtrata corrisponde al contributo dell'illuminazione del primo illuminatore considerato singolarmente. In altre parole, la prima immagine filtrata equivale all'immagine che la telecamera avrebbe acquisito se solo il primo illuminatore fosse stato attivo (con il secondo e il terzo illuminatore disattivati) durante l'acquisizione.

Analogamente, la seconda immagine filtrata corrisponde al contributo dell'illuminazione del secondo illuminatore considerato singolarmente. In altre parole, la seconda immagine filtrata equivale all'immagine che la telecamera avrebbe acquisito se solo il secondo illuminatore fosse stato attivo (con il primo e il terzo illuminatore disattivati) durante l'acquisizione.

Analogamente, la terza immagine filtrata corrisponde al contributo dell'illuminazione del terzo illuminatore considerato singolarmente. In altre

parole, la terza immagine filtrata equivale all'immagine che la telecamera avrebbe acquisito se solo il terzo illuminatore fosse stato attivo (con il primo e il secondo illuminatore disattivati) durante l'acquisizione.

Il fatto che l'apparato, durante l'acquisizione dell'immagine dello stesso,
5 illumina l'oggetto con un fascio di luce distribuita (in particolare, si intende distribuita su tutte le inclinazioni, a partire dalla illuminazione radente fino alla illuminazione dall'alto comprese), in aggiunta a fasci orientati secondo inclinazioni specifiche (radente e dall'alto) permette di individuare e discernere con particolare precisione le varie tipologie di difetti tipici dei
10 coperchi metallici, rendendo l'apparato particolarmente efficace e affidabile nel controllo di qualità degli oggetti (in particolare i coperchi metallici).

La possibilità di disaccoppiare mediante elaborazione dati i contributi di immagine dei fasci di luce generati dai diversi illuminatori rende l'apparato
15 particolarmente rapido, permettendo di acquisire una singola immagine per ciascun oggetto, senza rischio di perdere informazioni.

Preferibilmente, ciascuno di detti primo, secondo e terzo illuminatore ha una corrispondente pluralità di elementi illuminanti (per esempio LED o lampade a incandescenza o altri corpi illuminanti).

20 Preferibilmente, l'apparato di ispezione comprende uno specchio *beam splitter* interposto tra la telecamera e la stazione di ispezione.

Preferibilmente, il secondo illuminatore ha almeno un elemento illuminante posizionato a monte dello specchio *beam splitter*.

Preferibilmente, il terzo illuminatore ha almeno un elemento illuminante
25 posizionato a monte dello specchio *beam splitter*.

Pertanto, preferibilmente, a monte dello specchio *beam splitter* sono posizionati sia almeno un elemento illuminante del secondo illuminatore, sia almeno un elemento illuminante del terzo illuminatore.

Ciò rende l'apparato particolarmente efficace nell'illuminazione di diverse
30 tipologie e, al contempo, semplice costruttivamente.

Per quanto riguarda il processore, esso è preferibilmente programmato

per elaborare ciascuna di dette prima, seconda e terza immagine filtrata. Ciò è utile perché i difetti di alcune tipologie sono tipicamente visibili sono in una di tali immagini filtrate; in altre parole, certi difetti non sono visibili in una o più delle immagini filtrate, e potrebbero essere non visibili o non riconoscibili nell'immagine acquisita (non filtrata).

Preferibilmente, il processore è programmato per derivare, per ciascuna di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, una posizione di uno o più difetti individuati nell'immagine filtrata stessa.

In altre parole,

Inoltre, il processore è programmato per confrontare dette prima, seconda e terza immagine filtrata tra loro.

In particolare, il processore è programmato per verificare se, in una posizione di immagine corrispondente ad un difetto riscontrato in una immagine filtrata (per esempio la prima immagine filtrata), è presente un corrispondente difetto anche in almeno una delle altre immagini filtrate (la seconda o la terza immagine filtrata).

In tal modo, il processore è programmato per fornire, per ciascun difetto rilevato in una delle immagini filtrate e localizzato in una posizione di immagine, una indicazione circa una rilevazione o assenza di rilevazione di difetti nelle altre immagini filtrate nella medesima posizione di immagine. Ciò è utile perché, per poter identificare in modo attendibile e preciso alcune tipologie di difetti, è necessario non solo riscontrare che tali difetti sono visibili in una immagine filtrata (per esempio l'immagine relativa alla sola illuminazione radente), ma anche verificare che lo stesso difetto non è visibile in altre immagini filtrate (per esempio l'immagine relativa alla sola illuminazione diffusa o dall'alto).

Pertanto, tali caratteristiche permettono di impostare una strategia diagnostica dei difetti (in particolare dei coperchi metallici) particolarmente efficace.

La presente descrizione mette a disposizione anche un metodo per ispezionare otticamente oggetti, e in particolare coperchi metallici.

Tale metodo comprende una fase di alimentazione degli oggetti, preferibilmente singolarmente, in una stazione di ispezione.

Quando l'oggetto è nella stazione di ispezione, un telecamera acquisisce un'immagine dell'oggetto sottostante (allineato verticalmente ad essa
5 lungo l'asse di visione).

Durante l'acquisizione, un sistema di illuminazione provvede ad illuminare l'oggetto posizionato nella stazione di ispezione con un triplice illuminazione; a tal fine, nel sistema di illuminazione sono identificabili tre illuminatori: un primo, un secondo e un terzo illuminatore.

10 Il primo illuminatore sottopone l'oggetto a illuminazione radente, con fasci (ovvero raggi) di luce a una prima frequenza.

Il secondo illuminatore sottopone l'oggetto a illuminazione dall'alto, con fasci (ovvero raggi) di luce a una seconda frequenza.

15 Il terzo illuminatore sottopone l'oggetto a illuminazione diffusa, con fasci (ovvero raggi) di luce a una terza frequenza; per ottenere tale illuminazione diffusa, i fasci o raggi di luce alla terza frequenza vengono generati (contemporaneamente) con una pluralità di inclinazioni diverse rispetto all'asse di visione.

20 Successivamente all'acquisizione dell'immagine, viene generata una rappresentazione digitale dell'immagine stessa, la quale viene sottoposta ad una fase di elaborazione.

Nella fase di elaborazione, dall'immagine acquisita vengono derivate una prima, una seconda e una terza immagine filtrate, ciascuna delle quali isola il contributo di illuminazione di un corrispondente illuminatore.

25 Preferibilmente, l'elaborazione prevede anche, per ciascuna di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, una individuazione di eventuali difetti, per esempio rilevando zone scure nell'immagine.

Inoltre, l'elaborazione prevede di memorizzare, per ogni difetto rilevato, la posizione del difetto stesso nell'immagine.

30 Preferibilmente, l'elaborazione comprende anche un confronto tra dette prima, seconda e terza immagine filtrata.

Per esempio, detto confronto prevede di verificare se, in una posizione di immagine corrispondente ad un difetto riscontrato in una di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, è presente un corrispondente difetto anche in almeno una delle altre immagini filtrate di dette prima, seconda e terza immagine filtrata.

Il metodo comprende anche, preferibilmente, una fase di identificazione della tipologia di difetto, mediante una elaborazione delle informazioni ricavate nella suddetta fase di elaborazione e confronto delle immagini filtrate. Tale identificazione viene realizzata, per esempio, mediante un motore di inferenza, per esempio un motore di inferenza fuzzy.

Questa ed altre caratteristiche risulteranno maggiormente evidenziate dalla descrizione seguente di una preferita forma realizzativa, illustrata a puro titolo esemplificativo e non limitativo nelle unite tavole di disegno, in cui:

- la figura 1 illustra un apparato di ispezione ottica di oggetti secondo la presente descrizione, in vista prospettica;
- la figura 2 illustra una porzione dell'apparato di figura 1, in vista laterale parzialmente aperta;
- la figura 3 illustra una porzione dell'apparato di figura 2, con un oggetto presente nella stazione di ispezione.

Nelle figure, si è indicato con 1 un apparato di ispezione ottica di oggetti 2. In particolare, gli oggetti 2 sono metallici. In particolare, gli oggetti 2 hanno forma discoidale. In particolare, gli oggetti 2 sono coperchi metallici.

L'apparato 1 comprende un trasportatore 3 configurato per avanzare gli oggetti 2 in avvicinamento e in allontanamento rispetto a una stazione 4 di ispezione.

Nell'esempio illustrato, il trasportatore 3 è configurato per avanzare gli oggetti in un piano di spostamento. In tale esempio, il trasportatore 3 è un nastro.

La stazione 4 di ispezione definisce un piano 5 di appoggio per gli oggetti 2. Nell'esempio illustrato, il piano 5 di appoggio è costituito da una

porzione del nastro del trasportatore 3, la quale, di volta in volta, si trova nella stazione 4 di ispezione.

L'apparato 1 comprende una telecamera 6 disposta in posizione sovrastante il piano 5 di appoggio, nella stazione 4 di ispezione, per vedere un oggetto 2 sottostante posizionato nella stazione 4 di ispezione stessa.

La telecamera 6 è orientata secondo un asse 7 di visione ed è rivolta verso il piano 5 di appoggio.

Preferibilmente, l'asse di visione è perpendicolare al piano 5 di appoggio degli oggetti 2 nella stazione 4 di ispezione.

L'apparato 1 comprende un sistema 8 di illuminazione, per illuminare l'oggetto disposto nella stazione 4 di ispezione, e consentire alla telecamera di acquisire un'immagine dell'oggetto 2. Il sistema 8 di illuminazione comprende, preferibilmente, una pluralità di elementi 9 illuminatori (per esempio LED).

L'apparato 1 (ovvero il sistema 8 di illuminazione) comprende un primo illuminatore 10 configurato per emettere raggi di luce ad una prima frequenza. Per esempio, la prima frequenza è nello spettro del rosso (o dell'infrarosso, o del blu).

Nell'esempio illustrato, il primo illuminatore 10 comprende una corrispondente pluralità di elementi 9A illuminatori. La pluralità di elementi 9A illuminatori formanti il primo illuminatore 10 costituisce un sottoinsieme della pluralità di elementi 9 illuminatori del sistema 8 di illuminazione.

Gli elementi 9A illuminatori del primo illuminatore 10 hanno una prima inclinazione rispetto all'asse 7 di visione.

Preferibilmente, tale prima inclinazione è tale da sottoporre l'oggetto 2 nella stazione 4 di ispezione ad illuminazione radente. Per esempio, l'inclinazione è nell'intervallo [80; 90] gradi sessagesimali.

L'apparato 1 (ovvero il sistema 8 di illuminazione) comprende un secondo illuminatore 11 configurato per emettere raggi di luce ad una seconda frequenza. Per esempio, la seconda frequenza è nello spettro del blu (o

del rosso o dell'ultravioletto).

Nell'esempio illustrato, il secondo illuminatore 11 comprende una corrispondente pluralità di elementi 9B illuminatori. La pluralità di elementi 9B illuminatori formanti il secondo illuminatore 11 costituisce un sottoinsieme della pluralità di elementi 9 illuminatori del sistema 8 di illuminazione.

Gli elementi 9B illuminatori del secondo illuminatore 11 hanno una seconda inclinazione rispetto all'asse 7 di visione.

Preferibilmente, tale seconda inclinazione è tale da sottoporre l'oggetto 2 nella stazione 4 di ispezione ad illuminazione dall'alto. Per esempio, l'inclinazione è nell'intervallo $[0; 20]$ gradi sessagesimali.

L'apparato 1 (ovvero il sistema 8 di illuminazione) comprende un terzo illuminatore 12 configurato per emettere raggi di luce ad una terza frequenza. Per esempio, la terza frequenza è nello spettro del verde (o del rosso o del blu).

Nell'esempio illustrato, il terzo illuminatore 12 comprende una corrispondente pluralità di elementi 9C illuminatori. La pluralità di elementi 9C illuminatori formanti il terzo illuminatore 12 costituisce un sottoinsieme della pluralità di elementi 9 illuminatori del sistema 8 di illuminazione.

Gli elementi 9C illuminatori del terzo illuminatore 12 hanno una pluralità di inclinazioni diverse rispetto all'asse 7 di visione, comprese tra 0 e 90 gradi sessagesimali. Pertanto, il terzo illuminatore 12 è configurato illuminare l'oggetto 2 con luce diffusa alla terza frequenza.

In particolare, il terzo illuminatore 12 è disposto su una superficie tridimensionale che circonda la stazione 4 di ispezione in un semi-spazio definito dal piano 5 di appoggio e contenente la telecamera 6. In particolare, tale superficie tridimensionale circonda e si sviluppa attorno al percorso ottico definito dalla telecamera 7.

L'apparato 1 comprende anche un processore (non illustrato nelle figure), ovvero una unità di elaborazione dati. Il processore può essere parte di un computer, o può essere realizzato mediante una CPU opportunamente

programmata, o con una scheda elettronica o mediante altre soluzioni note per realizzare mezzi di elaborazione di dati.

Il processore è collegato alla telecamera 6 ed è programmato per ricevere ed elaborare le immagini acquisite dalla telecamera 6 stessa.

- 5 In particolare, il processore è programmato per generare, a partire dalla immagine acquisita dalla telecamera, una prima, una seconda e una terza immagine filtrata.

Ciascuna di dette prima, una seconda e una terza immagine filtrata corrisponde al contributo d'illuminazione del primo, secondo e terzo
10 illuminatore 10, 11, 12, rispettivamente e separatamente (ovvero isolato dagli altri contributi di immagine degli altri illuminatori).

Preferibilmente, detta superficie tridimensionale è conformata a campana o a cupola; in altri esempi, è conformata a cilindro, o a semisfera o a cono. In un esempio di realizzazione, l'apparato 1 comprende uno specchio 13
15 *beam splitter* interposto tra la telecamera 6 e la stazione 4 di ispezione.

Preferibilmente, uno o più degli elementi illuminanti 9C del terzo illuminatore 12 sono posizionati a monte dello specchio 13 *beam splitter*.

In alternativa o, preferibilmente, in aggiunta, uno o più degli elementi illuminanti 9B del secondo illuminatore 11 sono posizionati a monte dello
20 specchio 13 *beam splitter*.

Preferibilmente, gli elementi illuminanti 9A del primo illuminatore 10 (o un sotto insieme di essi) sono disposti ad anello, intorno all'asse 7 di visione. Tali elementi illuminanti 9A del primo illuminatore 10 disposti ad anello sono posizionati in una posizione prossimale rispetto alla stazione 4 di
25 ispezione (ovvero rispetto al piano 5 di supporto su cui è appoggiato l'oggetto 2 fotografato dalla telecamera 6).

Preferibilmente, gli elementi illuminanti 9B del secondo illuminatore 11 (o un sotto insieme di essi) sono disposti ad anello, intorno all'asse 7 di visione.

30 Tali elementi illuminanti 9B del secondo illuminatore 11 disposti ad anello sono posizionati in una posizione distale rispetto alla stazione 4 di

ispezione (ovvero rispetto al piano 5 di supporto su cui è appoggiato l'oggetto 2 fotografato dalla telecamera 6).

Preferibilmente, almeno un sottoinsieme degli elementi 9C illuminanti del terzo illuminatore 12 sono distribuiti su detta superficie tridimensionale.

5 In un esempio di realizzazione, l'apparato 1 comprende anche un diffusore 14, interposto tra gli illuminatori 10, 11 e 12 (ovvero gli elementi illuminanti 9) e la stazione 4 di ispezione.

10 Il diffusore 14 è un corpo definente una superficie concava disposta attorno all'asse 7 di visione. Preferibilmente, il diffusore 14 ha una forma a campana o cupola, o cilindrica, o conica.

In un esempio di realizzazione, gli illuminatori 10, 11 e 12 e la telecamera 6 (e il diffusore 14, se presente), sono contenuti all'interno di un guscio 15, ovvero sono circondati dal guscio 15.

15 Preferibilmente, il processore è programmato per derivare, per ciascuna di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, una posizione di uno o più difetti individuati nell'immagine filtrata.

Inoltre, il processore è programmato per confrontare dette prima, seconda e terza immagine filtrata tra loro per verificare se, in una posizione di immagine corrispondente ad un difetto riscontrato in una di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, è presente un corrispondente difetto
20 anche in almeno una delle altre immagini filtrate di dette prima, seconda e terza immagine filtrata.

Operativamente, l'apparato 1 secondo la presente descrizione funziona come segue.

25 Un trasportatore 3 alimenta (singolarmente) una successione di oggetti 2 alla stazione 4 di ispezione.

Preferibilmente, l'apparato rileva la presenza dell'oggetto 2 nella stazione 4 di ispezione e comanda alla telecamera 6 di acquisire l'immagine (una singola immagine, preferibilmente).

30 In un esempio di realizzazione, il trasportatore 3 si arresta per un intervallo di tempo quando l'oggetto 2 è nella stazione 4 di ispezione, quindi ha un

movimento intermittente. In un altro esempio il trasportatore non si arresta durante le acquisizioni.

5 Durante l'acquisizione della immagine dell'oggetto 2, l'oggetto 2 stesso viene illuminato contemporaneamente con diverse tipologie di illuminazione, che differiscono per l'angolazione dei raggi di luce illuminante incidenti l'oggetto 2 illuminato (tale angolazione è stata riferita nella presente descrizione con riferimento all'asse 7 di visione della telecamera 6, senza con questo intendere di limitare in alcun modo la portata della descrizione); i raggi o faci di luce appartenenti a diverse
10 tipologie di illuminazione sono a frequenze diverse (nello spettro di frequenza della luce con cui l'oggetto 2 viene illuminato).

Preferibilmente, durante l'acquisizione dell'immagine, l'oggetto 2 viene illuminato contemporaneamente con illuminazione radente (con luce ad una prima frequenza; dall'alto (con luce ad una seconda frequenza) e
15 diffusa (con luce ad una terza frequenza).

L'immagine acquisita viene elaborata per generare (ovvero derivare) due o più immagini filtrate, ciascuna delle quali isola il contributo di illuminazione di una singola tipologia di illuminazione.

Per esempio, l'immagine acquisita viene elaborata per derivare una prima,
20 una seconda e una terza immagine filtrate, corrispondenti ai contributi dell'illuminazione radente, dall'alto e diffusa, rispettivamente (e separatamente).

Preferibilmente, l'elaborazione prevede anche che le immagini filtrate vengano confrontate tra loro per derivare indicazioni sul fatto che un
25 difetto visibile con una illuminazione di una tipologia sia o meno visibile anche con una illuminazione di tipologia diversa.

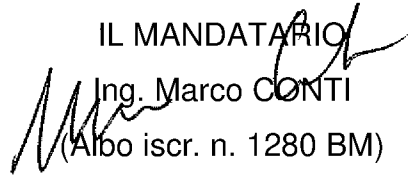
Preferibilmente, per ciascuna di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, la fase di elaborazione prevede, nel caso di individuazione di eventuali difetti, una derivazione (e memorizzazione) di dati circa la
30 posizione di detti difetti nell'immagine. Inoltre, preferibilmente, l'elaborazione prevede di verificare se, nelle altre immagini filtrate, sia

15

presente o assente (cioè visibile o non visibile) un corrispondente difetto,
nella medesima (ovvero corrispondente) posizione.

L'illuminazione può essere di tipo continuo o stroboscopico.

5

IL MANDATARIO

Ing. Marco CONTI
(Albo iscr. n. 1280 BM)

RIVENDICAZIONI

1. Apparato (1) di ispezione ottica di oggetti (2), in particolare coperchi metallici, comprendente:

- una telecamera (6) orientata secondo un asse (7) di visione verticale per vedere l'oggetto (2) da ispezionare posizionato in una stazione (4) di ispezione e acquisire un'immagine dell'oggetto (2);

- un primo illuminatore (10) configurato per emettere raggi di luce ad una prima frequenza e aventi una prima inclinazione rispetto a detto asse (7) di visione, per sottoporre l'oggetto (2) nella stazione (4) di ispezione ad illuminazione radente a detta prima frequenza;

- un secondo illuminatore (11) configurato per emettere raggi di luce ad una seconda frequenza diversa dalla prima frequenza e aventi una seconda inclinazione rispetto a detto asse (7) di visione inferiore alla prima inclinazione, per sottoporre l'oggetto (2) nella stazione (4) di ispezione ad illuminazione dall'alto a detta seconda frequenza;

- un terzo illuminatore (12) configurato per emettere raggi di luce ad una terza frequenza diversa da dette prima e seconda frequenza;

- un processore collegato alla telecamera (6) e programmato per elaborare l'immagine acquisita e generare da essa una prima, una seconda e una terza immagine filtrata corrispondenti ai contributi dell'illuminazione di detti primo, secondo e terzo illuminatore (10, 11, 12), rispettivamente e separatamente,

caratterizzato dal fatto che il terzo illuminatore (12) è disposto su una superficie tridimensionale disposta intorno alla stazione (4) di ispezione e a un percorso ottico definito dalla telecamera (6), i raggi di luce emessi dal terzo illuminatore (12) avendo una pluralità di inclinazioni diverse, per sottoporre l'oggetto (2) nella stazione (4) di ispezione ad illuminazione diffusa a detta terza frequenza.

2. Apparato secondo la rivendicazione 1, in cui la terza frequenza è nello spettro del verde.

3. Apparato secondo la rivendicazione 1 o la 2, in cui la prima frequenza è nello spettro del rosso e la seconda frequenza è nello spettro del blu.

4. Apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui detta superficie tridimensionale è conformata a campana o a cupola.

5 5. Apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, comprendente uno specchio (**13**) *beam splitter* interposto tra la telecamera (**6**) e la stazione (**4**) di ispezione, in cui ciascuno di detti secondo e terzo illuminatore (**11**, **12**) ha una corrispondente pluralità di elementi illuminanti (**9B**, **9C**), in cui almeno uno degli elementi illuminanti (**9B**) del secondo illuminatore (**11**) e almeno uno degli elementi illuminanti (**9C**) del terzo illuminatore (**12**) sono posizionati a monte dello specchio (**13**) *beam splitter*.

15 6. Apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui ciascuno di detti primo, secondo e terzo illuminatore (**10**, **11**, **12**) ha una corrispondente pluralità di elementi illuminanti (**9A**, **9B**, **9C**), in cui:

- gli elementi illuminanti (**9A**) del primo illuminatore (**10**) sono disposti ad anello in una posizione prossimale rispetto alla stazione (**4**) di ispezione;
- detta pluralità di elementi illuminanti (**9B**) del secondo illuminatore (**11**) ha un gruppo di elementi illuminanti disposti ad anello in una posizione distale rispetto alla stazione (**4**) di ispezione;
- detta pluralità di elementi illuminanti (**9C**) del terzo illuminatore (**12**) ha un gruppo di elementi illuminanti disposti su detta superficie tridimensionale.

20 7. Apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, comprendente un diffusore (**14**) interposto tra gli illuminatori (**10**, **11**, **12**) e la stazione (**4**) di ispezione, disposto attorno all'asse (**7**) di visione e avente forma a campana o cilindrica.

25 8. Apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui il processore è programmato per derivare, per ciascuna di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, una posizione di uno o più difetti
30 individuati nell'immagine filtrata, ed è programmato per confrontare dette prima, seconda e terza immagine filtrata tra loro per verificare se, in una

posizione di immagine corrispondente ad un difetto riscontrato in una di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, è presente un corrispondente difetto anche in almeno una delle altre immagini filtrate di dette prima, seconda e terza immagine filtrata.

5 **9.** Apparato secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, comprendente un trasportatore **(3)** configurato per avanzare gli oggetti **(2)** in avvicinamento e in allontanamento rispetto alla stazione di ispezione, lungo un piano di spostamento perpendicolare all'asse **(7)** di visione.

10 **10.** Metodo per ispezionare otticamente oggetti **(2)**, in particolare coperchi metallici, comprendente le seguenti fasi:

- alimentazione degli oggetti **(2)** singolarmente in una stazione **(4)** di ispezione;

15 - acquisizione di un'immagine dell'oggetto **(2)** posizionato nella stazione **(4)** di ispezione mediante un telecamera **(6)** sovrastante l'oggetto **(2)** e orientata secondo un asse **(7)** di visione verticale;

- durante l'acquisizione, illuminazione radente dell'oggetto **(2)** con luce ad una prima frequenza, illuminazione dall'alto dell'oggetto **(2)** con luce ad una seconda frequenza e illuminazione dell'oggetto **(2)** con luce ad una terza frequenza, in cui dette prima, seconda e terza frequenza sono diverse l'una dall'altra;

20 - elaborazione dell'immagine acquisita e generazione di una prima, una seconda e una terza immagine filtrate, corrispondenti ai contributi dell'illuminazione di detti primo, secondo e terzo illuminatore, rispettivamente e separatamente,

25 **caratterizzato dal fatto** che, durante l'acquisizione, l'illuminazione alla terza frequenza è diffusa, mediante raggi aventi una pluralità di inclinazioni diverse distribuite dalla condizione di illuminazione radente a quella di illuminazione dall'alto.

30 **11.** Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui l'elaborazione comprende:
- per ciascuna di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, una individuazione di eventuali difetti e una derivazione di posizioni

nell'immagine per detti difetti;

- un confronto tra dette prima, seconda e terza immagine filtrata, per verificare se, in una posizione di immagine corrispondente ad un difetto riscontrato in una di dette prima, seconda e terza immagine filtrata, è presente un corrispondente difetto anche in almeno una delle altre immagini filtrate di dette prima, seconda e terza immagine filtrata.

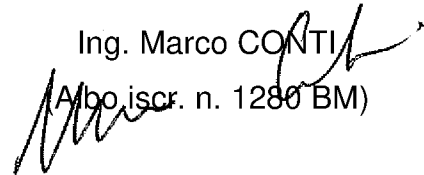
12. Metodo secondo la rivendicazione 10 o la 11, in cui, nell'alimentazione degli oggetti (2), gli oggetti (2) stessi vengono spostati lungo un piano di spostamento perpendicolare all'asse (7) di visione, e in cui la telecamera (6) prende una singola immagine per ciascun oggetto (2).

Bologna, 14.04.2015

IL MANDATARIO

Ing. Marco CONTI

(Albo iscr. n. 1280 BM)



5

10

15

FIG. 1

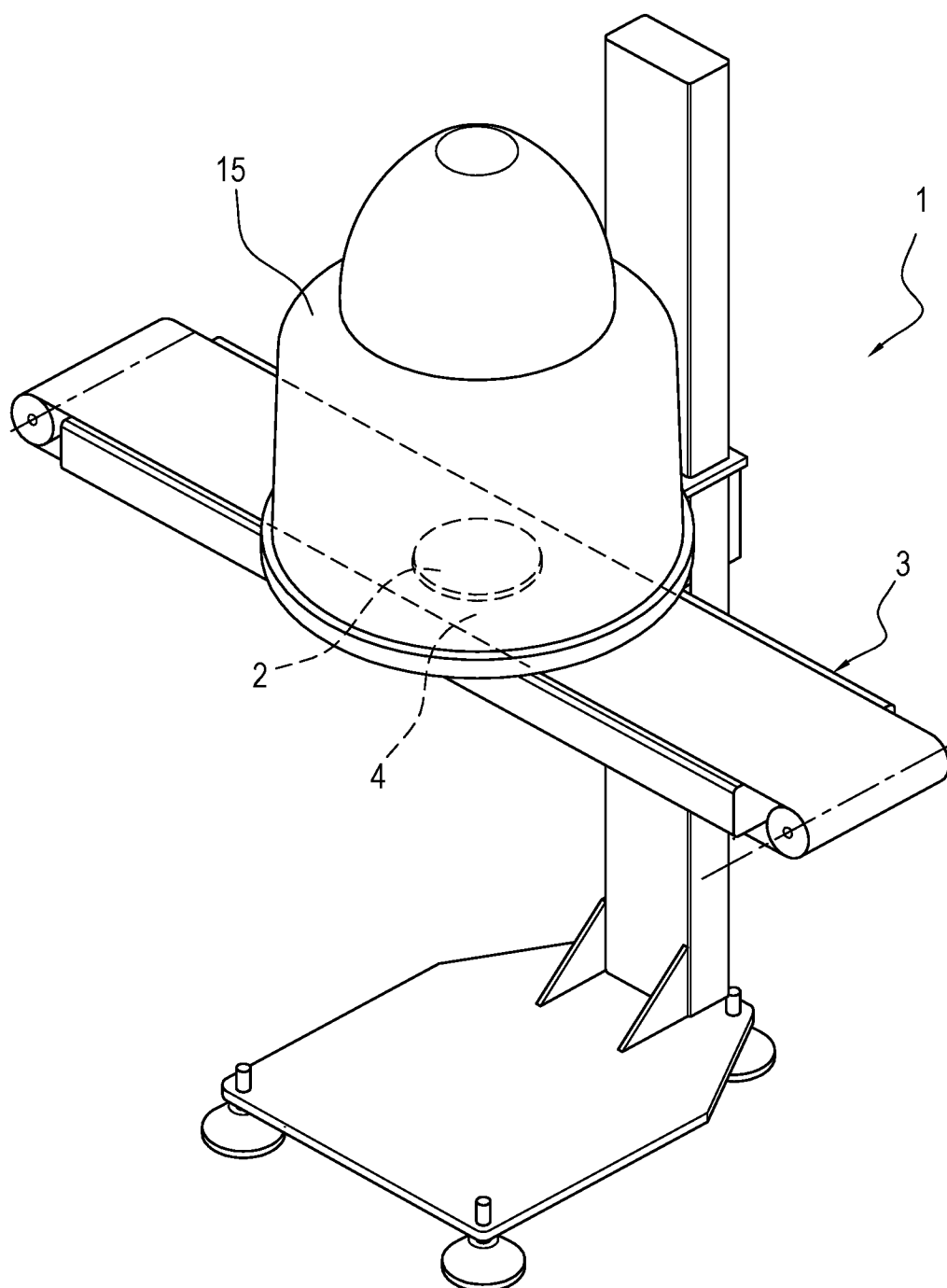


FIG. 2

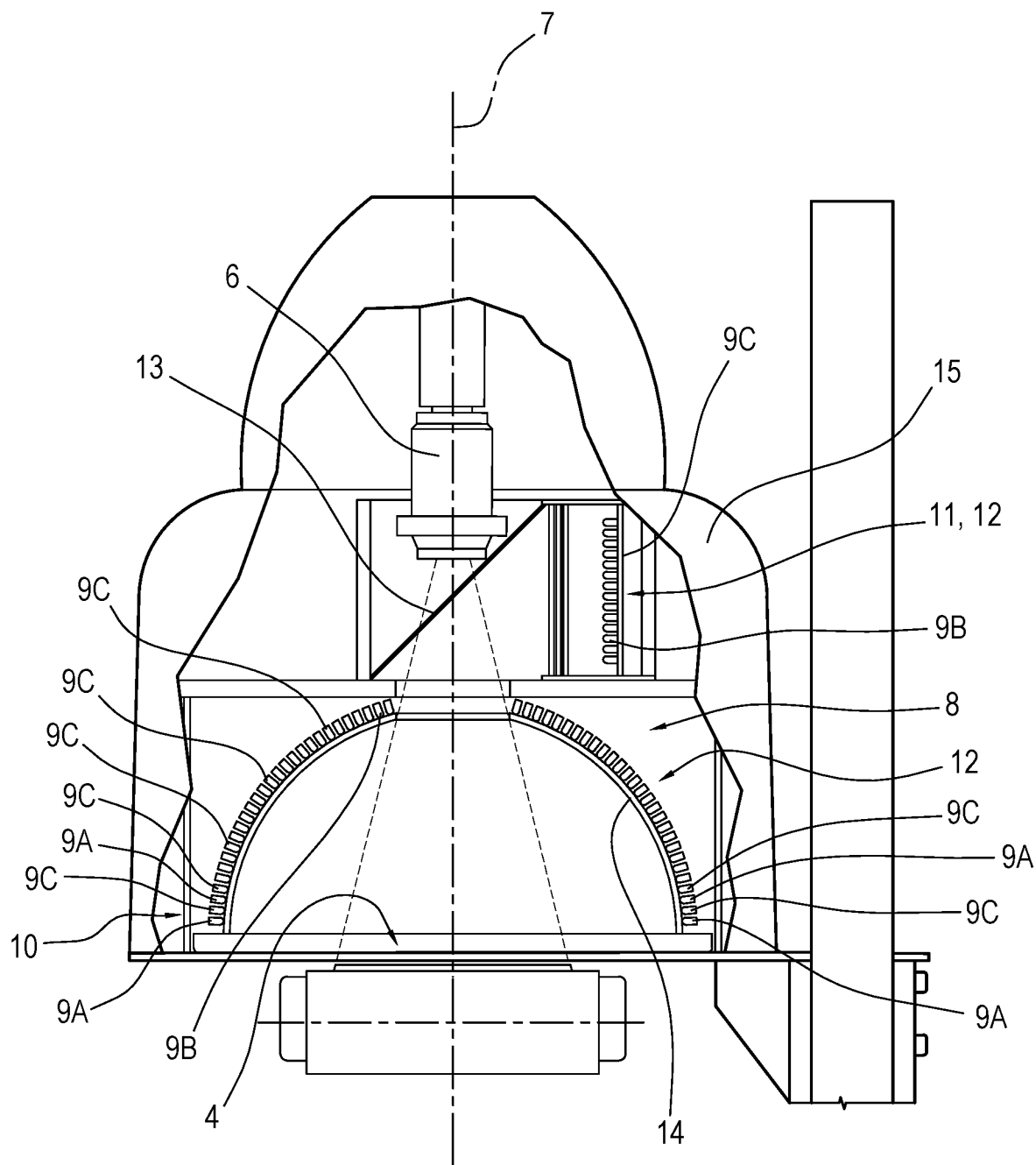


FIG. 3

