
PISA 56123 IT
Viale Giovanni Pisano, 31
Tel: +39-050-8312216
Fax: +39-050-8310708
Cell: +39-335 6342222

e-mail: abmpat@abmpat.com
http://www.abmpat.com

Dott. Ing. Marco CELESTINO

Consulente in Proprietà Industriale
European Patent Attorney
Mandatario abilitato presso l'UAMI
Membro FICPI e AIPPI



**Agenzia Brevetti
& Marchi**

Spett.li
**Scuola Superiore di Studi Universitari e di
Perfezionamento Sant'Anna
PIAGGIO & C. S.p.A.
Robot System Automation S.r.l.**

Pisa, 8 Aprile, 2019

OGGETTO: domanda di brevetto Internazionale PCT/IB2018/050681 del 09/04/2019 “*Sistema per l'identificazione di difetti su una superficie di almeno una porzione di una scocca e relativo metodo*” a nome Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna, PIAGGIO & C. S.p.A., Robot System Automation S.r.l.

Priorità rivendicata: 102018000004368 del 10/04/2018.

Ns. rif.: B30/0538

Come da Vostre istruzioni, abbiamo depositato la domanda di brevetto in oggetto di cui troverete qui di seguito i dati.

L'Ufficio Ricevente del Patent Cooperation Treaty (PCT) ci ha informato che le operazioni di deposito sono state compiute correttamente. Alleghiamo quindi alla presente una copia della domanda, il testo e i disegni così come depositati, nonché una copia della ricevuta ufficiale di deposito.

Con i migliori saluti.

AGENZIA BREVETTI & MARCHI

MC/rm
All.

Elena Pardi

PISA 56123 IT
Viale Giovanni Pisano, 31
Tel: +39-050-8312216
Fax: +39-050-8310708
Cell: +39-335 6342222

e-mail: abmpat@abmpat.com
http://www.abmpat.com

Dott. Ing. Marco CELESTINO

Consulente in Proprietà Industriale
European Patent Attorney
Mandatario abilitato presso l'UAMI
Membro FICPI e AIPPI



**Agenzia Brevetti
& Marchi**

PAESI:	<i>Tutti gli stati aderenti (152)</i>
TITOLARE:	<i>Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna PIAGGIO & C. S.p.A. Robot System Automation S.r.l.</i>
INVENTORI:	<i>Marco BIANCHI Gastone CIUTI Paolo DARIO Tamás CZIMMERMANN Mario MILAZZO Calogero Maria ODDO Stefano ROCCELLA Marcello CHIURAZZI Edoardo FARNIOLI Marco MINUTILLO Jose' Manuel BONILLA JIMENEZ Luca MASSARI Domenico CAMBONI Maria Chiara CARROZZA Cesare STEFANINI Fabio LEONI</i>

PISA 56123 IT
Viale Giovanni Pisano, 31
Tel: +39-050-8312216
Fax: +39-050-8310708
Cell: +39-335 6342222

e-mail: abmpat@abmpat.com
http://www.abmpat.com

Dott. Ing. Marco CELESTINO

Consulente in Proprietà Industriale
European Patent Attorney
Mandatario abilitato presso l'UAMI
Membro FICPI e AIPPI



**Agenzia Brevetti
& Marchi**

	<i>Davide BRAY</i> <i>Tommaso RIZZO</i> <i>Francesco BRUNI</i> <i>Lorenzo COLLODI</i>
TITOLO:	<i>System for the detection of defects on a surface of at least a portion of a body and method thereof</i>
DATA DI DEPOSITO:	<i>09/04/2019</i>
NUMERO DI DOMANDA:	<i>PCT/IB2019/052900</i>
PRIORITÀ:	<i>102018000004368 del 10/04/2018</i>
ANNUALITÀ:	<i>Il mantenimento in vigore della domanda internazionale non è soggetto a tasse.</i>

NOTE

1. Entro alcuni mesi verrà emesso il rapporto di ricerca internazionale.
2. La fase internazionale, durerà al massimo fino a trenta mesi dalla data di priorità, anche se, per alcuni o per tutti gli stati, è possibile in qualsiasi momento avviare le fasi nazionali su espressa richiesta. È possibile chiedere l'esame preliminare, nel caso del quale la domanda di brevetto potrà essere corretta prima dell'avvio delle fasi nazionali. Le correzioni potranno essere di tipo formale e/o essere limitazioni al testo e alle rivendicazioni, nel caso dal rapporto di ricerca internazionale emergessero anteriorità pertinenti.

PCT REQUEST

(Original in Electronic Form)

0	For receiving Office use only	
0-1	International Application No.	PCT/IB2019/052900
0-2	International Filing Date	09 April 2019 (09.04.2019)
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	RO/IB
0-4	Form PCT/RO/101 PCT Request	
0-4-1	Prepared Using	ePCT-Filing Version 4.5.001 MT/FOP 20190404/1.1
0-5	Petition	
	The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	International Bureau of the World Intellectual Property Organization (RO/IB)
0-7	Applicant's or agent's file reference	B30-0538
I	Title of Invention	SYSTEM FOR THE DETECTION OF DEFECTS ON A SURFACE OF AT LEAST A PORTION OF A BODY AND METHOD THEREOF
II	Applicant	
II-1	This person is	Applicant only
II-2	Applicant for	All designated States
II-4	Name	SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA
II-5	Address	P.zza Martiri della Libertà, 33 56127 Pisa Italy
II-6	State of nationality	IT
II-7	State of residence	IT
II-10	e-mail	mrdimaso@abmpat.com
II-10(a)	E-mail authorization The receiving Office, the International Searching Authority, the International Bureau and the International Preliminary Examining Authority are authorized to use this e-mail address, if the Office or Authority so wishes, to send notifications issued in respect of this international application:	exclusively in electronic form (no paper notifications will be sent)

PCT REQUEST

(Original in Electronic Form)

III-1	Applicant and/or inventor	
III-1-1	This person is	Applicant only
III-1-2	Applicant for	All designated States
III-1-4	Name	ROBOT SYSTEM AUTOMATION S.R.L.
III-1-5	Address	Via Piemonte 21 56035 Perignano Fraz. Casciana Terme Lari Italy
III-1-6	State of nationality	IT
III-1-7	State of residence	IT
III-2	Applicant and/or inventor	
III-2-1	This person is	Applicant only
III-2-2	Applicant for	All designated States
III-2-4	Name	PIAGGIO & C. S.P.A.
III-2-5	Address	Viale Rinaldo Piaggio, 25 56025 Pontedera (PI) Italy
III-2-6	State of nationality	IT
III-2-7	State of residence	IT
III-3	Applicant and/or inventor	
III-3-1	This person is	Inventor only
III-3-3	Inventor for	All designated States
III-3-4	Name (LAST, First)	BIANCHI, Marco
III-3-5	Address	Via dei Salici 108 56012 Calcinaia (PI) Italy
III-4	Applicant and/or inventor	
III-4-1	This person is	Inventor only
III-4-3	Inventor for	All designated States
III-4-4	Name (LAST, First)	CIUTI, Gastone
III-4-5	Address	Via Niosi 12 56125 Pisa Italy
III-5	Applicant and/or inventor	
III-5-1	This person is	Inventor only
III-5-3	Inventor for	All designated States
III-5-4	Name (LAST, First)	DARIO, Paolo
III-5-5	Address	Via La Casetta 12 56042 Crespina Lorenzana (PI) Italy

PCT REQUEST

(Original in Electronic Form)

III-6	Applicant and/or inventor	
III-6-1	This person is	Inventor only
III-6-3	Inventor for	All designated States
III-6-4	Name (LAST, First)	CZIMMERMANN, Tamás
III-6-5	Address	Via Antonio Pesenti 15 56124 Pisa Italy
III-7	Applicant and/or inventor	
III-7-1	This person is	Inventor only
III-7-3	Inventor for	All designated States
III-7-4	Name (LAST, First)	MILAZZO, Mario
III-7-5	Address	Via delle Medaglie d'Oro 3 56127 Pisa Italy
III-8	Applicant and/or inventor	
III-8-1	This person is	Inventor only
III-8-3	Inventor for	All designated States
III-8-4	Name (LAST, First)	ODDO, Calogero Maria
III-8-5	Address	Via Vespucci 42 56125 Pisa Italy
III-9	Applicant and/or inventor	
III-9-1	This person is	Inventor only
III-9-3	Inventor for	All designated States
III-9-4	Name (LAST, First)	ROCCELLA, Stefano
III-9-5	Address	Via Roma 293 57127 Livorno Italy
III-10	Applicant and/or inventor	
III-10-1	This person is	Inventor only
III-10-3	Inventor for	All designated States
III-10-4	Name (LAST, First)	CHIURAZZI, Marcello
III-10-5	Address	Via La Maddalena 3 56125 Pisa Italy
III-11	Applicant and/or inventor	
III-11-1	This person is	Inventor only
III-11-3	Inventor for	All designated States
III-11-4	Name (LAST, First)	FARNIOLI, Edoardo
III-11-5	Address	Via Della Coscia 1/6 16149 Genova Italy

PCT REQUEST

(Original in Electronic Form)

III-12	Applicant and/or inventor	
III-12-1	This person is	Inventor only
III-12-3	Inventor for	All designated States
III-12-4	Name (LAST, First)	MINUTILLO, Marco
III-12-5	Address	Via Palladio 66 56031 Bientina Italy
III-13	Applicant and/or inventor	
III-13-1	This person is	Inventor only
III-13-3	Inventor for	All designated States
III-13-4	Name (LAST, First)	BONILLA JIMENEZ, Jose' Manuel
III-13-5	Address	Via Antonio Fratti, 14 56125 Pisa Italy
III-14	Applicant and/or inventor	
III-14-1	This person is	Inventor only
III-14-3	Inventor for	All designated States
III-14-4	Name (LAST, First)	MASSARI, Luca
III-14-5	Address	Via Appia Nuova 650 00179 Roma Italy
III-15	Applicant and/or inventor	
III-15-1	This person is	Inventor only
III-15-3	Inventor for	All designated States
III-15-4	Name (LAST, First)	CAMBONI, Domenico
III-15-5	Address	Via Ezio Vanoni 14 56025 Pontedera Italy
III-16	Applicant and/or inventor	
III-16-1	This person is	Inventor only
III-16-3	Inventor for	All designated States
III-16-4	Name (LAST, First)	CARROZZA, Maria Chiara
III-16-5	Address	Via Montegrappa, 14 56100 Pisa Italy
III-17	Applicant and/or inventor	
III-17-1	This person is	Inventor only
III-17-3	Inventor for	All designated States
III-17-4	Name (LAST, First)	STEFANINI, Cesare
III-17-5	Address	Via Tosco Romagnola 1444 56021 Cascina (PI) Italy

PCT REQUEST

(Original in Electronic Form)

III-18	Applicant and/or inventor	
III-18-1	This person is	Inventor only
III-18-3	Inventor for	All designated States
III-18-4	Name (LAST, First)	LEONI, Fabio
III-18-5	Address	Via del Girasole 10 57014 Vicarello (LI) Italy
III-19	Applicant and/or inventor	
III-19-1	This person is	Inventor only
III-19-3	Inventor for	All designated States
III-19-4	Name (LAST, First)	BRAY, Davide
III-19-5	Address	Via delle Selvette 9/E 55012 Marlia (LU) Italy
III-20	Applicant and/or inventor	
III-20-1	This person is	Inventor only
III-20-3	Inventor for	All designated States
III-20-4	Name (LAST, First)	RIZZO, Tommaso
III-20-5	Address	Via Hermada 15 56100 Pisa Italy
III-21	Applicant and/or inventor	
III-21-1	This person is	Inventor only
III-21-3	Inventor for	All designated States
III-21-4	Name (LAST, First)	BRUNI, Francesco
III-21-5	Address	Via Mascagni 9 41037 Mirandola (MO) Italy
III-22	Applicant and/or inventor	
III-22-1	This person is	Inventor only
III-22-3	Inventor for	All designated States
III-22-4	Name (LAST, First)	COLLODI, Lorenzo
III-22-5	Address	Via Mons. Dante Biagiotti 34 55011 Altopascio (LU) Italy

PCT REQUEST

(Original in Electronic Form)

IV-1	Agent or common representative; or address for correspondence The person identified below is hereby/ has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	Agent
IV-1-1	Name (LAST, First)	CELESTINO, Marco
IV-1-2	Address	ABM Agenzia Brevetti & Marchi Viale Giovanni Pisano 31 56123 Pisa Italy
IV-1-3	Telephone No.	+390508312216
IV-1-4	Facsimile No.	+390508310708
IV-1-5	e-mail	mrdimaso@abmpat.com
IV-1-5(a)	E-mail authorization The receiving Office, the International Searching Authority, the International Bureau and the International Preliminary Examining Authority are authorized to use this e-mail address, if the Office or Authority so wishes, to send notifications issued in respect of this international application:	as advance copies followed by paper notifications
IV-1-6	Agent's registration No.	EPI80800
V	DESIGNATIONS	
V-1	The filing of this request constitutes under Rule 4.9(a), the designation of all Contracting States bound by the PCT on the international filing date, for the grant of every kind of protection available and, where applicable, for the grant of both regional and national patents.	
VI-1	Priority claim of earlier national application	
VI-1-1	Filing date	10 April 2018 (10.04.2018)
VI-1-2	Number	102018000004368
VI-1-3	Country or Member of WTO	IT
VI-2	Incorporation by reference : where an element of the international application referred to in Article 11(1)(iii)(d) or (e) or a part of the description, claims or drawings referred to in Rule 20.5(a) is not otherwise contained in this international application but is completely contained in an earlier application whose priority is claimed on the date on which one or more elements referred to in Article 11(1)(iii) were first received by the receiving Office, that element or part is, subject to confirmation under Rule 20.6, incorporated by reference in this international application for the purposes of Rule 20.6.	
VII-1	International Searching Authority Chosen	European Patent Office (EPO) (ISA/EP)

PCT REQUEST

(Original in Electronic Form)

VII-2	Request to use results of earlier search; reference to that search		
VII-2-1	Filing date	10 April 2018 (10.04.2018)	
VII-2-2	Application Number	102018000004368	
VII-2-3	Country (or regional Office)	IT	
VII-2-5	Documents are available to the ISA in a form and a manner acceptable to it, and therefore do not need to be submitted by the applicant to the receiving Office, or to the ISA (Rules 12bis1.(c) and (d) and 12bis.2(b)):	A copy of the results of the earlier search A copy of the earlier application A translation of the results of the earlier search into a language which is accepted by the ISA A copy of any document cited in the earlier search results	
VIII	Declarations	Number of declarations	
VIII-1	Declaration as to the identity of the inventor	-	
VIII-2	Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent	-	
VIII-3	Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application	-	
VIII-4	Declaration of inventorship (only for the purposes of the designation of the United States of America)	-	
VIII-5	Declaration as to non-prejudicial disclosures or exceptions to lack of novelty	-	
IX	Check list	Number of sheets	Electronic file(s) attached
IX-1	Request (including declaration sheets)	8	✓
IX-2	Description	23	✓
IX-3	Claims	9	✓
IX-4	Abstract	1	✓
IX-5	Drawings	6	✓
IX-7	TOTAL	47	
	Accompanying Items	Paper document(s) attached	Electronic file(s) attached
IX-8	Fee calculation sheet	-	✓
IX-19	Other	PCT Direct Letter	✓
IX-20	Figure of the drawings which should accompany the abstract	1	
IX-21	Language of filing of the international application	Italian	
X-1	Signature of applicant, agent or common representative	/Marco Celestino/	
X-1-1	Name (LAST, First)	CELESTINO, Marco	
X-1-3	Capacity (if such capacity is not obvious from reading the request)	Agent	

PCT REQUEST

(Original in Electronic Form)

FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	09 April 2019 (09.04.2019)
10-2	Drawings:	
10-2-1	Received	
10-2-2	Not received	
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application	
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)	
10-5	International Searching Authority	ISA/EP
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	
------	--	--

Pending processing

Receipt of Electronic Submission

The Receiving Office (RO/IB) acknowledges the receipt of a PCT International Application filed using ePCT-Filing. An Application Number and Date of Receipt have been automatically assigned (Administrative Instructions, Part 7).

Submission Number:	052900	
Application Number:	PCT/IB2019/052900	
Date of Receipt:	09 April 2019	
Receiving Office:	International Bureau of the World Intellectual Property Organization	
Your Reference:	B30-0538	
Applicant:	SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA	
Number of Applicants:	3	
Title:	SYSTEM FOR THE DETECTION OF DEFECTS ON A SURFACE OF AT LEAST A PORTION OF A BODY AND METHOD THEREOF	
Documents Submitted:	B300538-appb-000004.pdf (B30_0538 Disegni.pdf)	820648
	B300538-appb-000005.pdf (B30_0538 Specification.pdf)	154107
	B300538-appb.xml	942
	B300538-fees.xml	2285
	B300538-othd-000001.pdf (B30_0538 PCT Direct letter.pdf)	751398
	B300538-requ.xml	17090
	B300538-vlog.xml	979
Submitted by:	Maria Rosa Di Maso (Customer ID: user_IT_DI-MASO_MARIA-ROSA_2089)	
Timestamp of Receipt:	09 April 2019 11:31 UTC+2 (CEST)	
Official Digest of Submission:	3A:88:D2:37:BB:C9:81:37:D1:8D:05:C9:91:45:52:E5:5B:FC:5C:33	

/Geneva, RO/IB/

TITOLO

Sistema per l'identificazione di difetti su una superficie
di almeno una porzione di una scocca e relativo metodo

TITLE

5 System for the detection of defects on a surface of at
least a portion of a body and method thereof

DESCRIZIONE

Ambito dell'invenzione

La presente invenzione riguarda un sistema e un metodo
10 per l'identificazione, la classificazione e la successiva
rimozione di difetti di fabbricazione presenti sui componenti
di veicoli.

Descrizione della tecnica nota

Un problema sentito nel settore della produzione di
15 veicoli riguarda l'individuazione di eventuali difetti
superficiali che possono verificarsi in porzioni di
carrozzeria.

Generalmente l'industria, per assolvere tale bisogno,
si avvale di un operatore esperto il cui compito è quello
20 di ispezionare visivamente un veicolo o parti di esso col
fine di individuare difetti, quali avvallamenti di
superficie, graffi o altre tipologie in modo da suggerire
interventi di correzione mirati. Tuttavia, una siffatta
ispezione ha il limite di essere fortemente soggettiva oltre
25 che condizionata da fattori ambientali, come ad esempio la
presenza di riflessioni luminose sul pezzo da ispezionare,

e risulta pertanto scarsamente affidabile e non ripetibile.

Per superare i suddetti inconvenienti sono state ideate soluzioni che fanno uso di sistemi automatici di individuazione del difetto, mediante l'utilizzo di sensori ottici atti ad acquisire informazioni sulla geometria dell'area scansionata e ad effettuare una ricostruzione bidimensionale o tridimensionale del difetto al fine di confrontarla con una o più geometrie predeterminate.

In US6320654B1 è descritto un sistema automatico per l'individuazione di difetti su scocche di veicoli non verniciate. In particolare, l'ispezione è eseguita su veicoli assemblati e movimentati lungo una linea di convogliamento, mediante proiezione di griglie di luce sull'area di interesse. Vengono quindi estrapolati dati sulla modalità di riflessione dell'area di interesse per valutare la geometria del difetto e permetterne una catalogazione mediante confronto con un database.

In EP2109079A1 è descritto un ulteriore metodo per il riconoscimento di difetti su pezzi destinati ad essere lavorati. Il metodo comprende una fase di acquisizione del profilo geometrico del difetto mediante acquisizione di un'immagine bidimensionale e valutazione del gradiente di colore per estrapolare una conformazione tridimensionale.

In US6714831B2 è descritto un ulteriore metodo per il riconoscimento di difetti in parti di carrozzeria di veicoli

verniciati. Anche tale metodo utilizza sensori ottici per
scansionare la superficie e ricavare un'immagine
tridimensionale. Tale immagine è quindi confrontata con una
rispettiva immagine CAD per riparare l'eventuale difetto
5 individuato.

Tuttavia, tutti i sistemi sopra descritti fanno un mero
confronto dell'immagine acquisita con un modello di
riferimento, valutandone il grado di corrispondenza e
stabilendo la categoria di difetto più adatta a rappresentare
10 il difetto scansionato. Questi sistemi risultano dunque molto
rigidi nell'adattarsi sia a geometrie del difetto non
chiaramente assimilabili a categorie predeterminate, sia
nell'acquisizione di difetti non già catalogati.

Pertanto, l'utilizzo di tali sistemi è fortemente
15 limitato a difetti standard, facilmente riconoscibili, e in
condizione di luce particolarmente favorevoli, non
permettendo una qualità ed un'efficienza di questa operazione
al pari di quella raggiunta da un operatore umano.

Il documento WO2017081029A2 cerca di risolvere i
20 suddetti problemi, mediante un sistema di riconoscimento più
adattabile. Tale documento propone un metodo ed un sistema
automatico per l'individuazione e la correzione di difetti
sulla carrozzeria del veicolo verniciato, che, dopo aver
effettuato un'ispezione mediante telecamere e aver
25 ricostruito una geometria tridimensionale del difetto,

estrapola alcuni parametri matematici relativi a tale geometria e li valuta mediante un algoritmo dedicato, per catalogare il difetto in maniera più accurata rispetto ai documenti precedenti.

5 Tuttavia, tale sistema è specificamente improntato all'applicazione su scocche verniciate. Infatti, poiché l'ispezione della carrozzeria è effettuata mediante telecamere, la ricostruzione della geometria è condotta mediante analisi dei pixel acquisiti, risultando
10 insufficiente a descrivere in maniera accurata l'area difettata in scocche non verniciate. In conseguenza, l'algoritmo descritto è specificamente improntato alla valutazione di parametri matematici propri di difetti di verniciatura, come ad esempio macchie superficiali o
15 verniciature non omogenee.

Inoltre, proprio per il metodo di ispezione utilizzato, WO2017081029A2 non è in grado di valutare la profondità e la forma di difetti che non producano ombre tali da essere rilevati mediante confronto del colore dei pixel. Pertanto,
20 questo sistema non è utilizzabile per il rilevamento di lievi avvallamenti o imbozzamenti della carrozzeria.

Pertanto, anche tale sistema risulta insufficiente per ottenere un'efficienza di riconoscimento del difetto paragonabile a quella di un operatore umano.

In EP3187859A1 è descritto un sistema per il rilevamento di difetti su una superficie che, una volta calcolata una nuvola di punti corrispondenti alla geometria reale della superficie, la compara con una superficie 3D virtuale corrispondente al modello ideale. Se il modello reale si scosta di oltre una certa soglia dal modello virtuale, viene rilevato un difetto.

Tuttavia, tale sistema presenta diversi svantaggi.

In primo luogo, poiché la rilevazione del difetto si ottiene mediante comparazione con un modello 3D virtuale, il metodo descritto in EP3187859A1 non risulta applicabile a carrozzerie non note a priori o di cui non si abbia un modello virtuale fedele.

In secondo luogo, poiché, a causa delle tolleranze di fabbricazione, le superfici delle carrozzerie possono avere scostamenti anche di 1-2 mm l'una dall'altra, riferirsi ad una carrozzeria virtuale comporta necessariamente non poter rilevare difetti inferiori a tale valore. In caso contrario, il sistema di EP3187859A1 rischierebbe di individuare difetti di carrozzeria anche laddove si tratti di un semplice scostamento dovuto a tali tolleranze. Pertanto, tale sistema non permette di rilevare difetti superficiali inferiori al suddetto valore di scostamento.

Inoltre, durante l'assemblaggio delle superfici le carrozzerie possono avere un aumento ulteriore di tali

scostamenti, a causa della somma di tali tolleranze. Pertanto, su carrozzerie già assemblate, il metodo di EP3187859A1 risulta avere una precisione ancora minore nel rilevamento dei difetti.

5 Il documento WO1987000629A1 descrive un sistema per l'ispezione di superfici di carrozzerie mediante scansione laser. Tuttavia il sistema descritto non prevede una ricostruzione tridimensionale della superficie analizzata, risultando anch'esso insufficiente per ottenere un'efficienza
10 di riconoscimento del difetto paragonabile a quella di un operatore umano.

Sintesi dell'invenzione

È quindi scopo della presente invenzione fornire un sistema per l'identificazione di difetti su una superficie di
15 almeno una porzione di una scocca che sia più versatile dei sistemi di tecnica nota e che permetta di individuare e correggere difetti anche non propri delle superfici verniciate.

È inoltre scopo della presente invenzione fornire un
20 siffatto sistema che permetta una ricostruzione più accurata della geometria tridimensionale del difetto, permettendo un intervento di correzione più mirato ed efficace.

Questi ed altri scopi sono raggiunti da un sistema per l'identificazione di difetti su una superficie di almeno una
25 porzione di una scocca, detto sistema comprendendo:

- un dispositivo di rilevazione ottica atto ad acquisire dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie;
- primi mezzi di movimentazione atti a movimentare detto dispositivo di rilevazione ottica;
- almeno un'unità di controllo atta a:
 - localizzare detta scocca rispetto ad un sistema di riferimento S predeterminato;
 - attuare detti primi mezzi di movimentazione per movimentare detto dispositivo di rilevazione ottica lungo una traiettoria γ determinata rispetto a detto sistema di riferimento S predeterminato;
 - ricevere detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie da detto dispositivo di rilevazione ottica;
 - individuare una eventuale area difettata su detta superficie e definire una geometria tridimensionale di detta area difettata;
 - consultare un database atto ad associare una pluralità di geometrie tridimensionali di aree difettate a predeterminate tipologie di difetto;
 - assegnare, sulla base di detto database, una tipologia di difetto a detta area difettata

rilevata;

detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie comprendendo una nuvola di punti p_i di detta superficie, ad ogni punto p_i essendo associata una terna di coordinate (x_i, y_i, z_i) definita rispetto a detto sistema di riferimento S ,

5

detta individuazione di una eventuale area difettata comprendendo le fasi di:

- analizzare detta nuvola di punti p_i per
10 estrapolare una geometria tridimensionale
virtuale di detta superficie;
- associare detta geometria tridimensionale
virtuale ad una funzione tridimensionale f atta
a descrivere matematicamente detta superficie;
- 15 - analizzare detta funzione tridimensionale f per
l'individuazione di almeno un'area difettata;

Al contrario della tecnica nota, la presente invenzione permette dunque di individuare concavità o convessità presenti sulla scocca, e non solo eventuali imperfezioni di
20 verniciatura.

la cui caratteristica principale è che detta analisi di detta funzione tridimensionale f comprende le fasi di:

- derivare detta funzione tridimensionale f con
ottenimento di una funzione bidimensionale
derivata f' ;

25

- individuare, in detta funzione bidimensionale derivata f' , picchi k_i in cui detta funzione f' assume valori maggiori di una soglia predeterminata z_T ;
- 5 - definire almeno una regione di interesse R avente un bordo comprendente una pluralità di detti picchi k_i ;
- verificare che detta regione di interesse R corrisponda ad un'area difettata.

10 Al contrario della tecnica nota, la presente invenzione permette dunque di individuare concavità o convessità presenti sulla scocca, e non solo eventuali imperfezioni di verniciatura.

 In particolare, l'analisi della funzione f' permette
15 un livello di accuratezza molto alto nell'analisi della funzione tridimensionale f .

 In particolare, detto dispositivo di rilevazione ottica comprende uno scanner laser atto ad acquisire detta nuvola di punti p_i di detta superficie.

20 Tale aspetto permette un livello di accuratezza molto alto (dell'ordine del decimo di mm) nella acquisizione dei dati sulla conformazione tridimensionale della superficie e nella creazione della nuvola di punti p_i .

Inoltre, il laser ha il vantaggio di non risentire di errori in corrispondenza di zone della scocca con rientranze difficilmente individuabili da una fotocamera.

Vantaggiosamente, detti primi mezzi di movimentazione
5 comprendono:

- almeno due link robotici;
- almeno un giunto rotoidale atto a realizzare una rotazione θ tra detti almeno due link robotici (121) per permettere una movimentazione di detto scanner laser lungo detta traiettoria γ ;
10
- almeno un trasduttore di posizione angolare atto a rilevare detta o ciascuna rotazione θ di detto o ciascun giunto rotoidale;

ed in cui detta unità di controllo è atta a:

- 15 - impostare una pluralità di punti di acquisizione γ_i , lungo detta traiettoria γ , in corrispondenza dei quali acquisire detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie comprendenti detta nuvola di punti p_i ;
- 20 - impostare un intervallo di tempo τ ;
- ad ogni intervallo di tempo τ :
 - ricevere da detto o ciascun trasduttore di posizione angolare detta o ciascuna rotazione θ di detto o ciascun giunto rotoidale (125);
- 25 - sulla base di detta o ciascuna rotazione θ ,

- effettuare un calcolo di una posizione di detto scanner laser rispetto a detta traiettoria γ e, dunque, rispetto a detto sistema di riferimento S predeterminato, detto calcolo di detta
- 5 posizione essendo realizzato in un predeterminato tempo di calcolo $\varepsilon \leq \tau$;
- quando detta posizione di detto scanner laser rispetto a detta traiettoria γ corrisponde ad un punto di acquisizione γ_i :
- 10
- ricevere da detto scanner laser detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie;
 - associare detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie a detto
- 15 punto di acquisizione γ_i .

In tal modo, se il calcolo della posizione dello scanner laser rispetto alla traiettoria γ avviene in un tempo $\varepsilon \leq \tau$, l'unità di controllo conosce sempre la posizione del laser prima della ricezione dei nuovi valori delle rotazioni θ ,

20 garantendo l'acquisizione della nuvola di punti in corrispondenza di ciascun punto di acquisizione, in modo da avere una elevata precisione nell'associazione tra le nuvole di punti acquisite e la posizione del laser lungo γ .

In particolare, l'unità di controllo può comprendere

25 un FPGA [*Field Programmable Gate Array*], che permette una

distribuzione ottimale delle risorse hardware in modo da non avere mai una condizione $\varepsilon > \tau$.

Vantaggiosamente, detto dispositivo di rilevazione ottica comprende almeno una fotocamera atta ad acquisire dati
5 visivi sulla conformazione tridimensionale di detta superficie.

In particolare, detto dispositivo di rilevazione ottica comprende una fonte di illuminazione direzionabile atta a migliorare la qualità di detti dati visivi acquisiti da detta
10 fotocamera.

La fotocamera, in abbinamento con la fonte di illuminazione opportunamente direzionata, permette di individuare, grazie ad una analisi dell'immagine bidimensionale, eventuali difetti che dovessero sfuggire allo
15 scanner laser.

In particolare, è inoltre previsto un sensore tattile atto ad acquisire dati riguardo la rugosità di detta superficie.

Il sensore tattile permette di integrare i dati sulla
20 conformazione tridimensionale della superficie e di individuare altre tipologie di difetti in caso che lo scanner laser e/o la fotocamera non fossero sufficienti.

Vantaggiosamente, è inoltre previsto un dispositivo di rimozione del difetto atto ad effettuare una lavorazione

superficiale su detta superficie in corrispondenza di almeno un'area difettata.

In particolare, detto dispositivo di rimozione del difetto comprende almeno un sensore di forza atto a permettere
5 la calibrazione dell'intensità e del punto di applicazione della forza di interazione tra detto dispositivo di rimozione del difetto e detta superficie.

Tale aspetto consente un'azione di rimozione del difetto di accuratezza almeno pari a quella che verrebbe
10 realizzata da un operatore.

Vantaggiosamente, sono previsti secondi mezzi di movimentazione atti a movimentare detto dispositivo di rimozione del difetto e detta unità di controllo è atta ad attuare detti secondi mezzi di movimentazione lungo una
15 traiettoria γ' determinata rispetto a detto sistema di riferimento S predeterminato, sulla base di detta fase di localizzazione di detta scocca rispetto a detto sistema di riferimento S predeterminato e sulla base di detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie.

20 Tale aspetto consente una sincronizzazione tra l'azione di rilevazione del difetto e quella di rimozione del difetto.

In particolare, detta unità di controllo è inoltre atta ad effettuare una fase di addestramento e di costruzione di detto database, mediante un'acquisizione di dati sulla
25 conformazione tridimensionale di detta superficie in

corrispondenza di aree difettate di cui sia nota una geometria tridimensionale ed una corrispondente tipologia di difetto.

Tale aspetto consente di migliorare costantemente le capacità del sistema, mediante un meccanismo di apprendimento
5 ispirato a quello di un operatore umano.

Un metodo per l'identificazione di difetti su una superficie di almeno una porzione di una scocca, detto metodo comprendendo le fasi di:

- 10 - localizzare detta scocca rispetto ad un sistema di riferimento S predeterminato;
- movimentare detto dispositivo di rilevazione ottica lungo una traiettoria γ determinata rispetto a detto sistema di riferimento S predeterminato;
- 15 - acquisire dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie da un dispositivo di rilevazione ottica;
- individuare una eventuale area difettata su detta superficie e definire una geometria
20 tridimensionale di detta area difettata;
- consultare e/o aggiornare un database atto ad associare una pluralità di geometrie tridimensionali di aree difettate a predeterminate tipologie di difetto;
- 25 - assegnare, sulla base di detto database, una

tipologia di difetto a detta area difettata rilevata;

la cui caratteristica principale è che detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie comprendono una nuvola di punti p_i di detta superficie, ad ogni punto p_i essendo associata una terna di coordinate (x_i, y_i, z_i) definita rispetto a detto sistema di riferimento S ,

e che detta fase di individuare una eventuale area difettata comprende le fasi di:

- analizzare detta nuvola di punti p_i per estrapolare una geometria tridimensionale virtuale di detta superficie;
- associare detta geometria tridimensionale virtuale ad una funzione tridimensionale f atta a descrivere matematicamente detta superficie;
- derivare detta funzione tridimensionale f con ottenimento di una funzione bidimensionale derivata f' ;
- analizzare detta funzione tridimensionale f per l'individuazione di almeno un'area difettata.

In particolare, detta fase di analizzare detta funzione tridimensionale f comprende le fasi di:

- individuare, in detta funzione bidimensionale derivata f' , picchi k_i in cui detta funzione f'

assume valori maggiori di una soglia predeterminata Z_T ;

- definire almeno una regione di interesse R avente un bordo comprendente una pluralità di detti picchi k_i ;
- verificare che detta regione di interesse R corrisponda ad un'area difettata.

5

Breve descrizione dei disegni

Ulteriori caratteristiche e/o vantaggi della presente
10 invenzione risulteranno più chiari con la descrizione che segue di una sua forma realizzativa, fatta a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni annessi in cui:

- la figura 1 mostra in maniera schematica un
15 esempio di sistema di identificazione di difetti, secondo la presente invenzione;
- la figura 2 mostra una possibile forma realizzativa del sistema di identificazione di difetti comprendente i primi mezzi di
20 movimentazione e il dispositivo di rilevazione ottica;
- la figura 3A mostra, in prospettiva, il dispositivo di rilevazione ottica di figura 2;
- la figura 3B mostra, in vista laterale, il
25 dispositivo di rilevazione ottica di figura 2;

- la figura 4 mostra una prima forma realizzativa di un metodo di individuazione di difetti su una superficie di almeno una porzione di scocca, secondo la presente invenzione;
- 5 - la figura 5 mostra una seconda forma realizzativa di un metodo di individuazione di difetti su una superficie di almeno una porzione di scocca, secondo la presente invenzione;
- la figura 6 esemplifica graficamente alcune fasi
10 del metodo di individuazione di difetti secondo la presente invenzione.

Descrizione delle forme realizzative preferite

In riferimento alla Fig. 1 è descritto un esempio di sistema 100 per l'identificazione di difetti su una
15 superficie 210 di almeno una porzione di scocca 200.

Il sistema 100 comprende un dispositivo di rilevazione ottica 110 atto ad acquisire dati sulla conformazione tridimensionale della superficie 210. Il sistema 100 comprende inoltre primi mezzi di movimentazione 120, ad
20 esempio un braccio robotico a più gradi di libertà, atti a movimentare il dispositivo di rilevazione ottica 110 per ispezionare la superficie 210 di interesse.

In una forma realizzativa dell'invenzione, inoltre, possono essere previsti secondi mezzi di movimentazione 120',
25 ad esempio un secondo braccio robotico, atti a movimentare un

dispositivo di rimozione del difetto 130, ad esempio una smerigliatrice. Il secondo braccio robotico 120' è attuato da un'unità di controllo, non mostrata in figura, lungo una traiettoria γ' determinata rispetto al sistema di riferimento S predeterminato.

Tale unità di controllo è atta ad eseguire una pluralità di fasi per l'identificazione e la catalogazione del difetto. In particolare, l'unità di controllo è atta ad eseguire le fasi previste dal metodo come rivendicato dalla presente invenzione.

Con riferimento alle figure 2, 3A e 3B, in una forma realizzativa preferita, il dispositivo di rilevazione ottica 110 può comprendere, alternativamente o in combinazione:

- uno scanner laser 115 atto ad acquisire dati riguardo la posizione spaziale di punti appartenenti alla superficie 210;
- una fotocamera 116 atta ad acquisire dati visivi sulla conformazione tridimensionale della superficie 210;
- un sensore tattile 117 atto ad acquisire dati riguardo la rugosità della superficie 210.

In particolare, i primi mezzi di movimentazione 120 possono essere atti a movimentare il dispositivo di rilevazione ottica 110 in modo tale da orientare verso la superficie 210 alternativamente lo scanner laser 115, la

fotocamera 116 e il sensore tattile 117, permettendo così all'unità di controllo di ricevere una combinazione di molteplici dati riguardanti la superficie 210.

Con riferimento alla Fig. 4 in una prima forma
5 realizzativa del metodo per l'identificazione di difetti su una superficie 210 di almeno una porzione di scocca 200, è prevista una prima fase di localizzazione della scocca 200 rispetto ad un sistema di riferimento S predeterminato [301]. Questa fase consente di associare, in maniera univoca, le
10 coordinate spaziali relative alla posizione della scocca all'interno di un'area di lavoro.

Vi è poi una fase di movimentazione di un dispositivo di rilevazione ottica 110 lungo una traiettoria γ determinata rispetto al sistema di riferimento S predeterminato [320]. Il
15 dispositivo di rilevazione ottica 110 utilizzato in questa fase è atto ad acquisire dati sulla conformazione tridimensionale della superficie 210 e può comprendere uno scanner laser 115 ad esempio montato su un braccio robotico in grado di muoversi lungo una traiettoria γ determinata
20 rispetto al sistema di riferimento S .

Succede una fase di acquisizione di dati sulla conformazione tridimensionale della superficie 210 dal dispositivo di rilevazione ottica 110 [330]. In particolare i dati comprendono una nuvola di punti p_i della superficie
25 210, ad ogni punto p_i essendo associata una terna di

coordinate (x_i, y_i, z_i) definita rispetto al sistema di riferimento S .

Segue una fase di individuazione di un'eventuale area difettata 215 sulla superficie 210 e definizione di una geometria tridimensionale dell'area difettata [340].

In particolare, la fase di individuazione [340] comprende le fasi di analisi della nuvola di punti p_i per estrapolare una geometria tridimensionale virtuale della superficie 210 [341], associazione della geometria tridimensionale virtuale ad una funzione tridimensionale f atta a descrivere matematicamente la superficie 210 [342] ed analisi della funzione tridimensionale f per l'individuazione di almeno un'area difettata 215 [343].

Successivamente alla fase di individuazione [340] sono inoltre previste le fasi di consultazione di un database atto ad associare una pluralità di geometrie tridimensionali di aree difettate a predeterminate tipologie di difetto [350] ed infine una fase di assegnazione, sulla base del database, di una tipologia di difetto all'area difettata 215 rilevata [360].

Con riferimento alla Fig. 5, in una forma realizzativa preferita della presente invenzione, la fase di analisi della funzione tridimensionale f [343] comprende a sua volta le fasi di derivazione matematica della funzione tridimensionale f con ottenimento di una funzione bidimensionale derivata f'

[343.1], individuazione di picchi k_i in cui la funzione f' assume valori maggiori di una soglia predeterminata z_T
[343.2], definizione di almeno una regione di interesse R avente un bordo comprendente una pluralità di detti picchi k_i
5 [343.3], verifica che la regione di interesse R corrisponda ad un'area difettata 215 [343.4].

Per mezzo delle suddette fasi è perciò possibile individuare in maniera accurata, ed attraverso l'analisi della funzione tridimensionale f , possibili difetti che
10 possono presentarsi su superfici di scocche.

Tra le varie tipologie di difetti che è possibile riconoscere e classificare si elencano i graffi, le corrosioni superficiali, le contaminazioni, micro forature, bolle superficiali, ed altri difetti non riconoscibili in
15 maniera efficiente dai documenti di tecnica nota. Inoltre, l'utilizzo di uno scanner laser 115 per l'acquisizione di dati, sotto forma di nuvola di punti p_i sulla conformazione tridimensionale della superficie, permette di superare gli inconvenienti dei dispositivi di tecnica nota inerenti alla
20 rilevazione di non uniformità della superficie, come ad esempio la presenza di sottosquadri.

In figura 6 sono mostrate graficamente alcune fasi del metodo secondo lo schema di figura 5.

Nel riquadro 410 è mostrato un esempio di superficie
25 210 avente come area difettata 215 una ammaccatura. La

superficie 210 è soggetta a scansione mediante scanner laser. In particolare, con riferimento anche al riquadro 411, la superficie 210 viene scansionata lungo la direzione x del grafico e per ciascun punto p_i proiettato dal laser viene
5 rilevata una quota z . In tal modo il laser può rilevare la posizione spaziale (x_i, y_i, z_i) , rispetto al sistema di riferimento S , di ciascun punto p_i della superficie 210, acquisendo così una nuvola di punti che permette di riprodurre la conformazione tridimensionale della superficie 210.

10 Nel riquadro 420 è quindi mostrata la funzione tridimensionale f , ricavata a partire dalla nuvola di punti acquisita, e atta a descrivere matematicamente la superficie 210.

Nel riquadro 430 è mostrata la funzione bidimensionale
15 derivata f' in cui è possibile individuare picchi k_i in cui la funzione f' assume valori maggiori di una soglia predeterminata z_T , definendo così una regione di interesse R , e verificando, nel riquadro 440, che tale regione di interesse R corrisponda ad una effettiva area difettata.

20 Una volta verificato che tale regione di interesse R corrisponda ad una effettiva area difettata 215, la geometria di tale area 215 viene analizzata sulla base di alcuni parametri predeterminati, quali:

- posizione del difetto (x, y) ;
- 25 - lunghezza e larghezza dell'area difettata;

- profondità dell'area difettata.

Sulla base di tali parametri il difetto viene riconosciuto sulla base della consultazione di un database contenente una pluralità di geometrie di difetto
5 predeterminate.

In caso che i parametri geometrici rilevati non riconducano il difetto a nessuna categoria presente nel database, tale difetto può essere inserito in una nuova categoria, incrementando le informazioni presenti nel
10 database. In tal modo si ha un procedimento di insegnamento che permette di migliorare continuamente l'efficacia del sistema secondo la presente invenzione.

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

RIVENDICAZIONI

1. Un sistema (100) per l'identificazione di difetti su una superficie (210) di almeno una porzione di una scocca (200), detto sistema (100) comprendendo:
- 5 - un dispositivo di rilevazione ottica (110) atto ad acquisire dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie (210);
- primi mezzi di movimentazione (120) atti a movimentare detto dispositivo di rilevazione
- 10 ottica (110);
- almeno un'unità di controllo atta a:
- localizzare detta scocca (200) rispetto ad un sistema di riferimento S predeterminato;
- attuare detti primi mezzi di movimentazione
- 15 (120) per movimentare detto dispositivo di rilevazione ottica (110) lungo una traiettoria γ determinata rispetto a detto sistema di riferimento S predeterminato;
- ricevere detti dati sulla conformazione
- 20 tridimensionale di detta superficie (210) da detto dispositivo di rilevazione ottica (110);
- individuare una eventuale area difettata (215) su detta superficie (210) e definire una geometria tridimensionale di detta area
- 25 difettata (215);

- consultare e/o aggiornare un database atto ad associare una pluralità di geometrie tridimensionali di aree difettate a predeterminate tipologie di difetto;

5 - assegnare, sulla base di detto database, una tipologia di difetto a detta area difettata (215) rilevata;

detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie (210) comprendendo una nuvola di punti p_i di
10 detta superficie (210), ad ogni punto p_i essendo associata una terna di coordinate (x_i, y_i, z_i) definita rispetto a detto sistema di riferimento S ,
detta individuazione di una eventuale area difettata (215) comprendendo le fasi di:

15 - analizzare detta nuvola di punti p_i per estrapolare una geometria tridimensionale virtuale di detta superficie (210);

- associare detta geometria tridimensionale virtuale ad una funzione tridimensionale f atta
20 a descrivere matematicamente detta superficie (210);

- analizzare detta funzione tridimensionale f per l'individuazione di almeno un'area difettata (215);

25 detto sistema (100) essendo **caratterizzato dal fatto**

che detta analisi di detta funzione tridimensionale f comprende le fasi di:

- 5 - derivare detta funzione tridimensionale f con
 ottenimento di una funzione bidimensionale
 derivata f' ;
- individuare, in detta funzione bidimensionale
 derivata f' , picchi k_i in cui detta funzione f'
 assume valori maggiori di una soglia
 predeterminata z_T ;
- 10 - definire almeno una regione di interesse R
 avente un bordo comprendente una pluralità di
 detti picchi k_i ;
- verificare che detta regione di interesse R
 corrisponda ad un'area difettata (215).

15 **2.** Il sistema (100) per l'identificazione di difetti su
una superficie (210) di almeno una porzione di una
scocca (200), secondo la rivendicazione 1, in cui detto
dispositivo di rilevazione ottica (110) comprende uno
scanner laser (115) atto ad acquisire detta nuvola di
20 punti p_i di detta superficie (210).

3. Il sistema (100) per l'identificazione di difetti su
una superficie (210) di almeno una porzione di una
scocca (200), secondo la rivendicazione 2, in cui detti
primi mezzi di movimentazione (120) comprendono:

- 25 - almeno due link robotici (121);

- almeno un giunto rotoidale (125) atto a realizzare una rotazione θ tra detti almeno due link robotici (121) per permettere una movimentazione di detto scanner laser (115) lungo detta traiettoria γ ;

- almeno un trasduttore di posizione angolare atto a rilevare detta o ciascuna rotazione θ di detto o ciascun giunto rotoidale (125);

ed in cui detta unità di controllo è atta a:

- impostare una pluralità di punti di acquisizione γ_i , lungo detta traiettoria γ , in corrispondenza dei quali acquisire detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie (210) comprendenti detta nuvola di punti p_i ;

- impostare un intervallo di tempo τ ;

- ad ogni intervallo di tempo τ :

- ricevere da detto o ciascun trasduttore di posizione angolare detta o ciascuna rotazione θ di detto o ciascun giunto rotoidale (125);

- sulla base di detta o ciascuna rotazione θ , effettuare un calcolo di una posizione di detto scanner laser (115) rispetto a detta traiettoria γ e, dunque, rispetto a detto sistema di riferimento S predeterminato, detto

calcolo di detta posizione essendo realizzato
in un predeterminato tempo di calcolo $\varepsilon \leq \tau$;

- quando detta posizione di detto scanner laser
(115) rispetto a detta traiettoria γ corrisponde
5 ad un punto di acquisizione γ_i :

- ricevere da detto scanner laser (115) detti dati
sulla conformazione tridimensionale di detta
superficie (210);

- associare detti dati sulla conformazione
10 tridimensionale di detta superficie (210) a
detto punto di acquisizione γ_i .

4. Il sistema (100) per l'identificazione di difetti su
una superficie (210) di almeno una porzione di una
scocca (200), secondo la rivendicazione 1, in cui detto
15 dispositivo di rilevazione ottica (110) comprende
almeno una fotocamera (116) atta ad acquisire dati
visivi sulla conformazione tridimensionale di detta
superficie (210).

5. Il sistema (100) per l'identificazione di difetti su
20 una superficie (210) di almeno una porzione di una
scocca (200), secondo la rivendicazione 1, in cui è
inoltre previsto un sensore tattile (117) atto ad
acquisire dati riguardo la rugosità di detta superficie
(210).

25 6. Il sistema (100) per l'identificazione di difetti su

una superficie (210) di almeno una porzione di una
scocca (200), secondo la rivendicazione 1, in cui è
inoltre previsto un dispositivo di rimozione del difetto
(130) atto ad effettuare una lavorazione superficiale
5 su detta superficie (210) in corrispondenza di almeno
un'area difettata (215).

7. Il sistema (100) per l'identificazione di difetti su
una superficie (210) di almeno una porzione di una
scocca (200), secondo la rivendicazione 6, in cui sono
10 previsti secondi mezzi di movimentazione (120') atti a
movimentare detto dispositivo di rimozione del difetto
(130) e in cui detta unità di controllo è atta ad attuare
detti secondi mezzi di movimentazione (120') lungo una
traiettoria γ' determinata rispetto a detto sistema di
15 riferimento S predeterminato, sulla base di detta fase
di localizzazione di detta scocca (200) rispetto a detto
sistema di riferimento S predeterminato e sulla base di
detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta
superficie (210).

20 8. Il sistema (100) per l'identificazione di difetti su
una superficie (210) di almeno una porzione di una
scocca (200), secondo la rivendicazione 1, in cui detta
unità di controllo è inoltre atta ad effettuare una fase
di addestramento e di costruzione di detto database,
25 mediante un'acquisizione di dati sulla conformazione

tridimensionale di detta superficie (210) in corrispondenza di aree difettate (215) di cui sia nota una geometria tridimensionale ed una corrispondente tipologia di difetto.

5 **9.** Un metodo per l'identificazione di difetti su una superficie (210) di almeno una porzione di una scocca (200), detto metodo comprendendo le fasi di:

- localizzare detta scocca (200) rispetto ad un sistema di riferimento S predeterminato;
- 10 - movimentare detto dispositivo di rilevazione ottica (110) lungo una traiettoria γ determinata rispetto a detto sistema di riferimento S predeterminato;
- acquisire dati sulla conformazione
- 15 tridimensionale di detta superficie (210) da un dispositivo di rilevazione ottica (110);
- individuare una eventuale area difettata (215) su detta superficie (210) e definire una geometria tridimensionale di detta area
- 20 difettata (215);
- consultare un database atto ad associare una pluralità di geometrie tridimensionali di aree difettate a predeterminate tipologie di difetto;
- assegnare, sulla base di detto database, una
- 25 tipologia di difetto a detta area difettata (215)

rilevata;

detto metodo essendo **caratterizzato dal fatto** che detti dati sulla conformazione tridimensionale di detta superficie (210) comprendono una nuvola di punti p_i di detta superficie (210), ad ogni punto p_i essendo associata una terna di coordinate (x_i, y_i, z_i) definita rispetto a detto sistema di riferimento S ,

e dal fatto che detta fase di individuare una eventuale area difettata (215) comprende le fasi di:

- 10 - analizzare detta nuvola di punti p_i per
 estrapolare una geometria tridimensionale
 virtuale di detta superficie (210);
- associare detta geometria tridimensionale
 virtuale ad una funzione tridimensionale f atta
15 a descrivere matematicamente detta superficie
 (210);
- derivare detta funzione tridimensionale f con
 ottenimento di una funzione bidimensionale
 derivata f' ;
- 20 - analizzare detta funzione tridimensionale f per
 l'individuazione di almeno un'area difettata
 (215).

10. Il metodo per l'identificazione di difetti su una superficie (210) di almeno una porzione di una scocca (200), secondo la rivendicazione 9, in cui detta fase
25

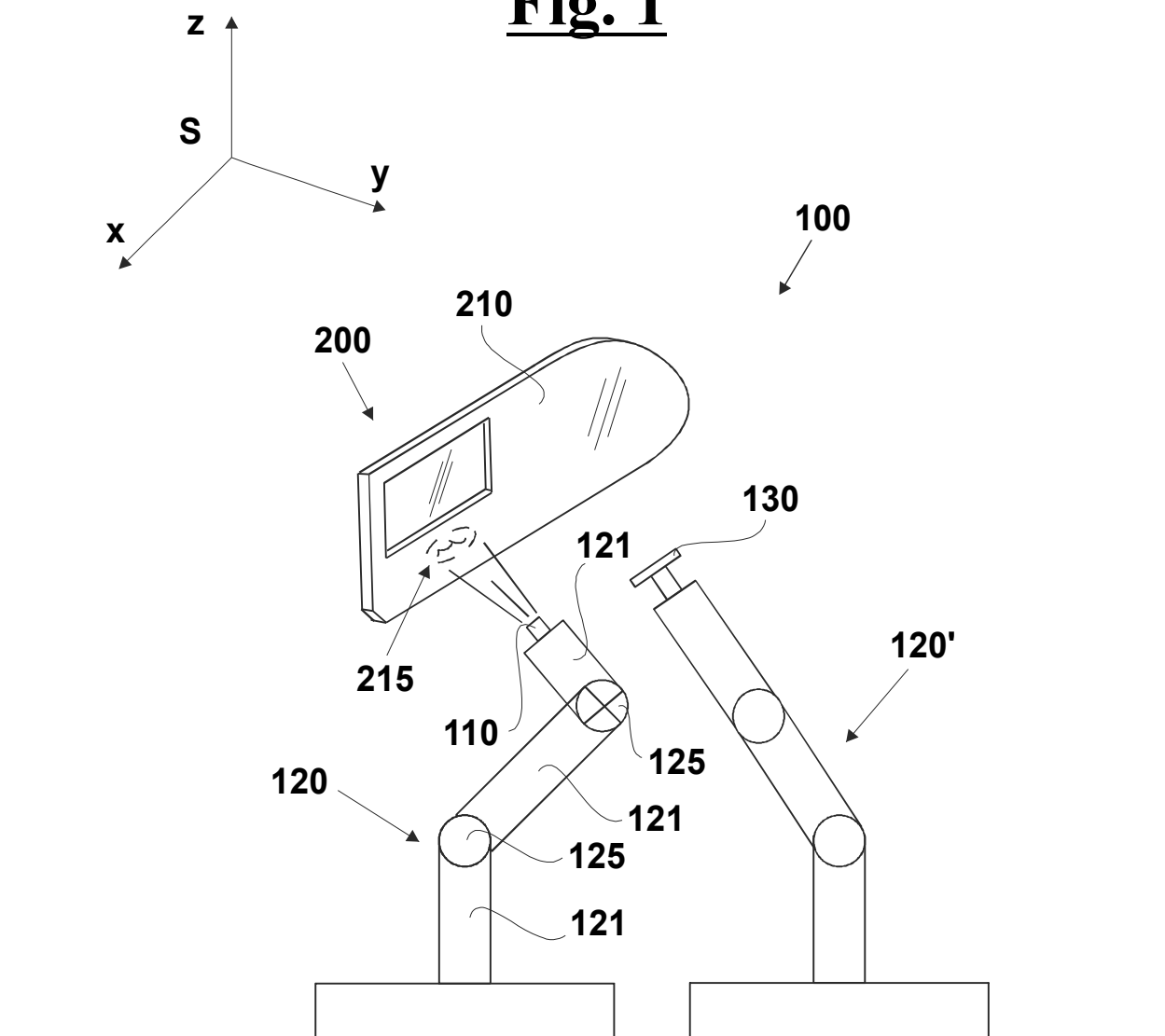
di analizzare detta funzione tridimensionale f
comprende le fasi di:

- 5 - individuare, in detta funzione bidimensionale
 derivata f' , picchi k_i in cui detta funzione f'
 assume valori maggiori di una soglia
 predeterminata z_T ;
- definire almeno una regione di interesse R
 avente un bordo comprendente una pluralità di
 detti picchi k_i ;
- 10 - verificare che detta regione di interesse R
 corrisponda ad un'area difettata (215).

RIASSUNTO

Un sistema (100) per l'identificazione di difetti su una superficie (210) di almeno una porzione di una scocca (200), detto sistema (100) comprendendo un dispositivo di rilevazione ottica (110) atto ad acquisire dati sulla conformazione tridimensionale della superficie (210) e primi mezzi di movimentazione (120) atti a movimentare il dispositivo di rilevazione ottica (110). Il sistema (100) comprende inoltre almeno un'unità di controllo atta a localizzare la scocca (200) rispetto ad un sistema di riferimento S predeterminato, attuare i primi mezzi di movimentazione (120) per movimentare il dispositivo di rilevazione ottica (110) lungo una traiettoria γ determinata rispetto al sistema di riferimento S predeterminato, ricevere i dati sulla conformazione tridimensionale della superficie (210) dal dispositivo di rilevazione ottica (110), individuare una eventuale area difettata (215) sulla superficie (210) e definire una geometria tridimensionale dell'area difettata (215), consultare e/o aggiornare un database atto ad associare una pluralità di geometrie tridimensionali di aree difettate a predeterminate tipologie di difetto, assegnare, sulla base del database, una tipologia di difetto all'area difettata (215) rilevata. Inoltre, i dati sulla conformazione tridimensionale della superficie (210) comprendono una nuvola di punti p_i della superficie (210), ad ogni punto p_i essendo associata una terna di coordinate (x_i, y_i, z_i) definita rispetto al sistema di riferimento S . In particolare, l'individuazione di una eventuale area difettata (215) comprende le fasi di analizzare la nuvola di punti p_i per estrapolare una geometria tridimensionale virtuale della superficie (210), associare la geometria tridimensionale virtuale ad una funzione tridimensionale f atta a descrivere matematicamente la superficie (210), analizzare la funzione tridimensionale f per l'individuazione di almeno un'area difettata (215). [Fig.1]

Fig. 1



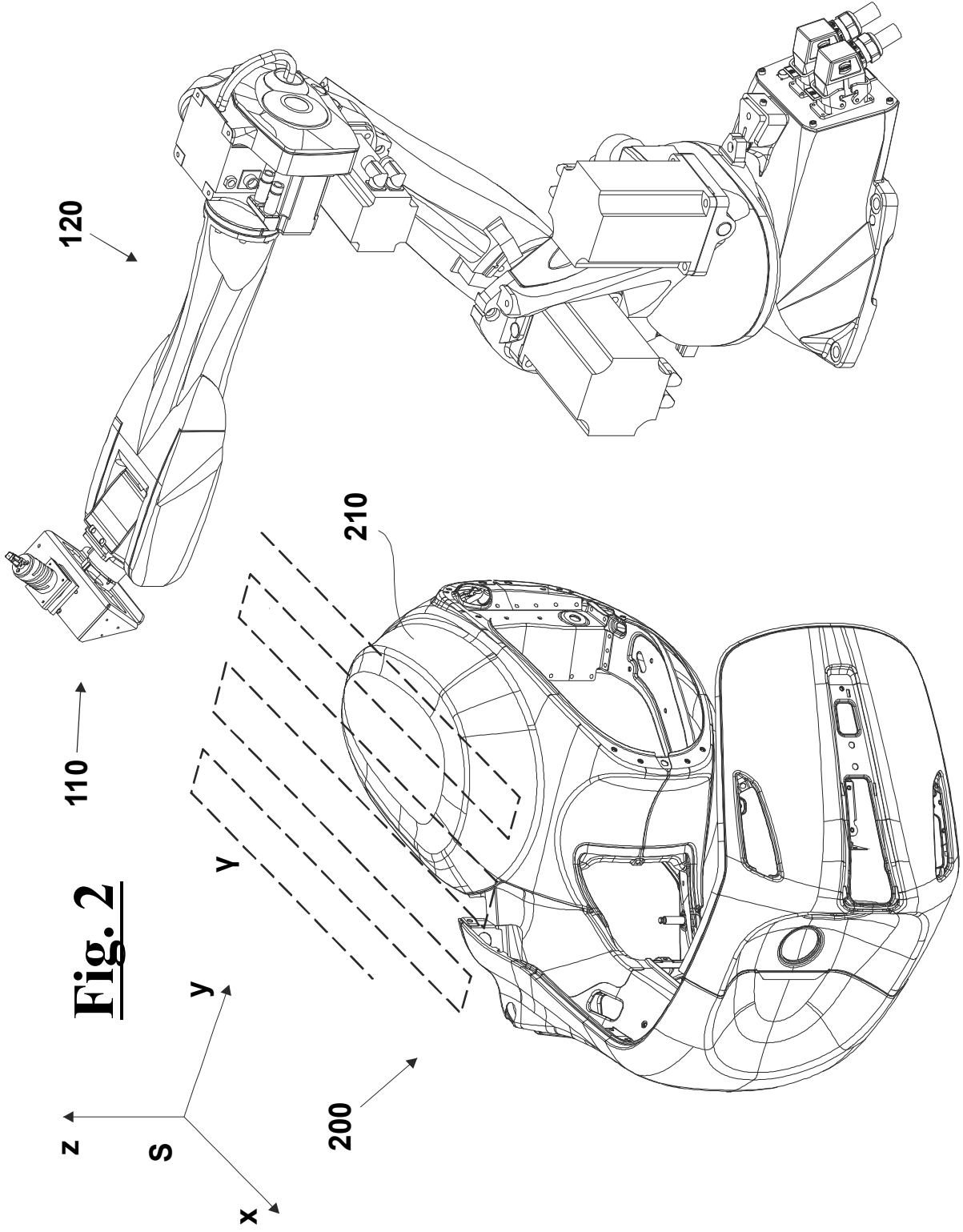


Fig. 2

110

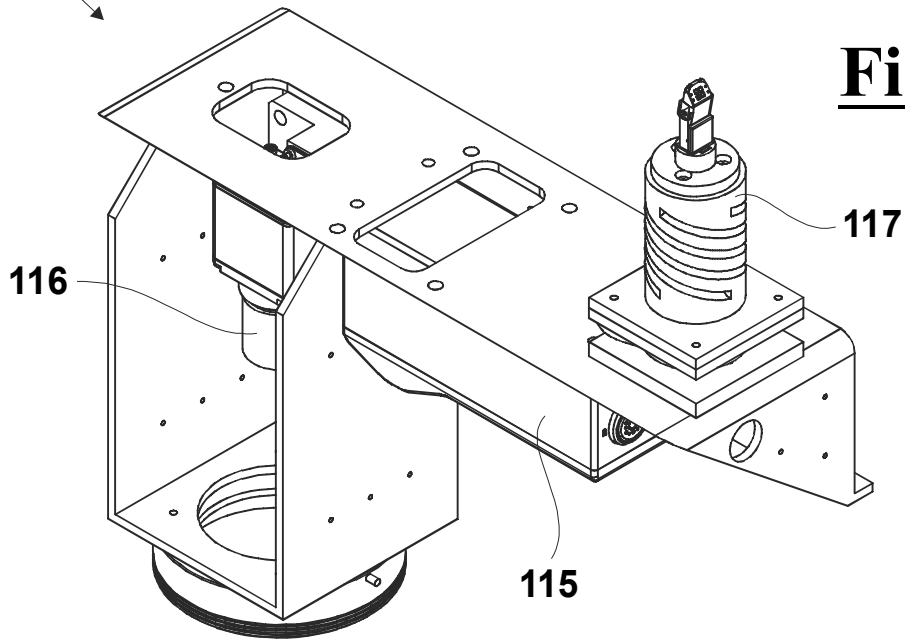


Fig. 3A

110

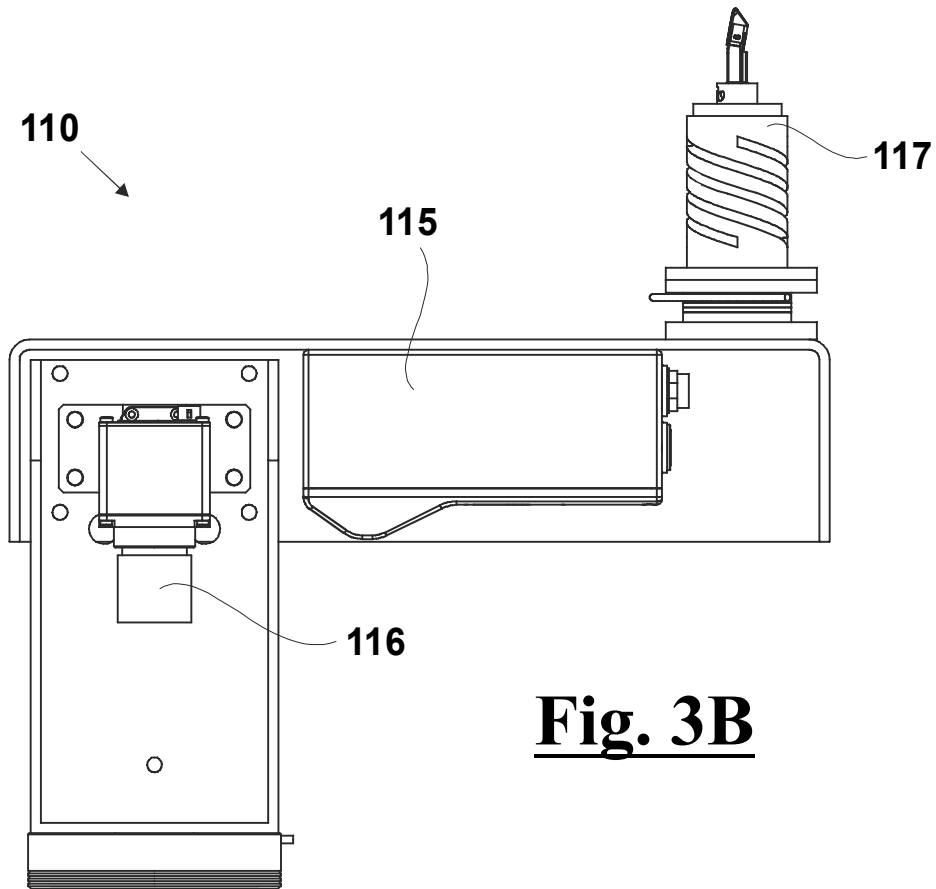


Fig. 3B

Fig. 2

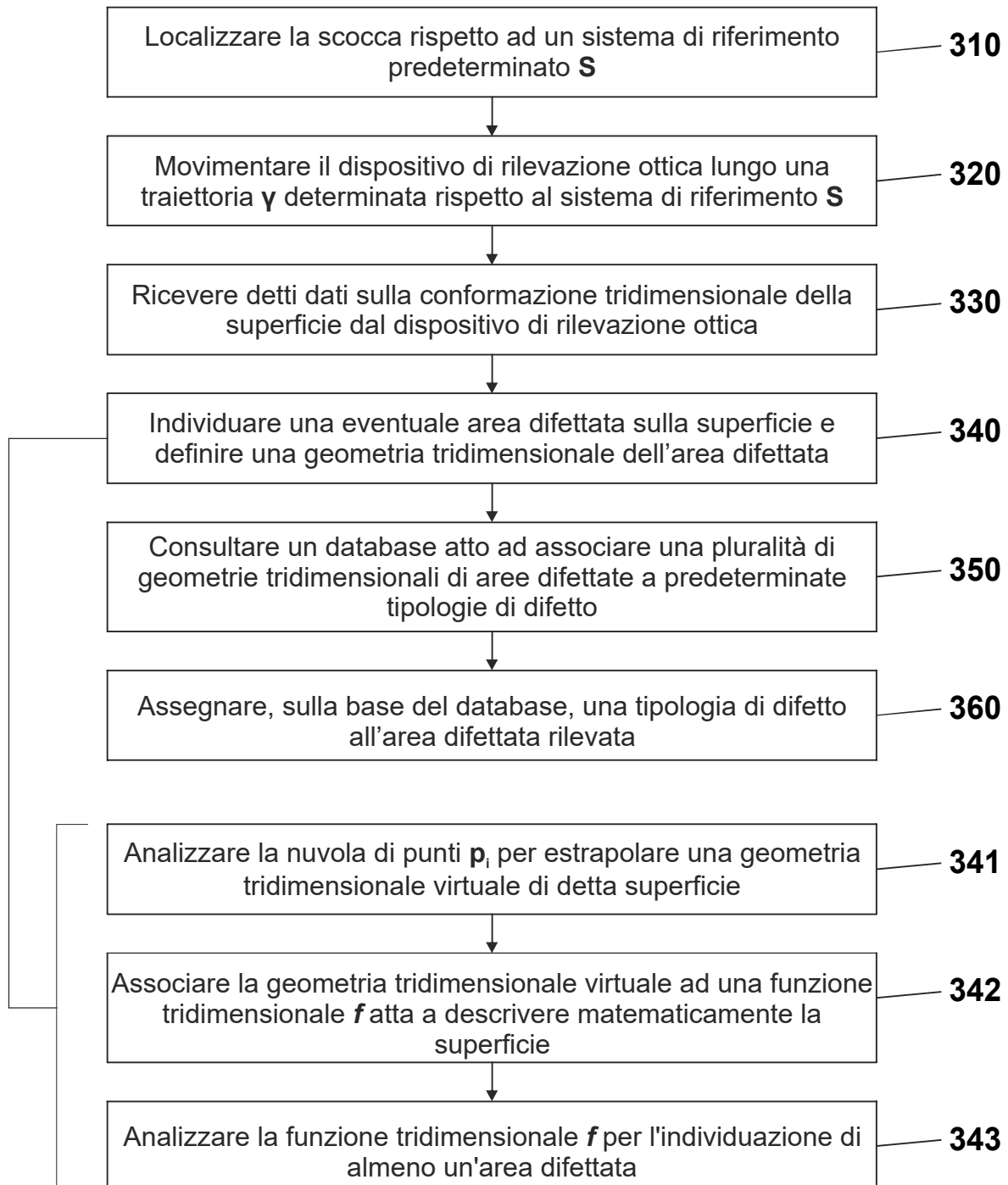
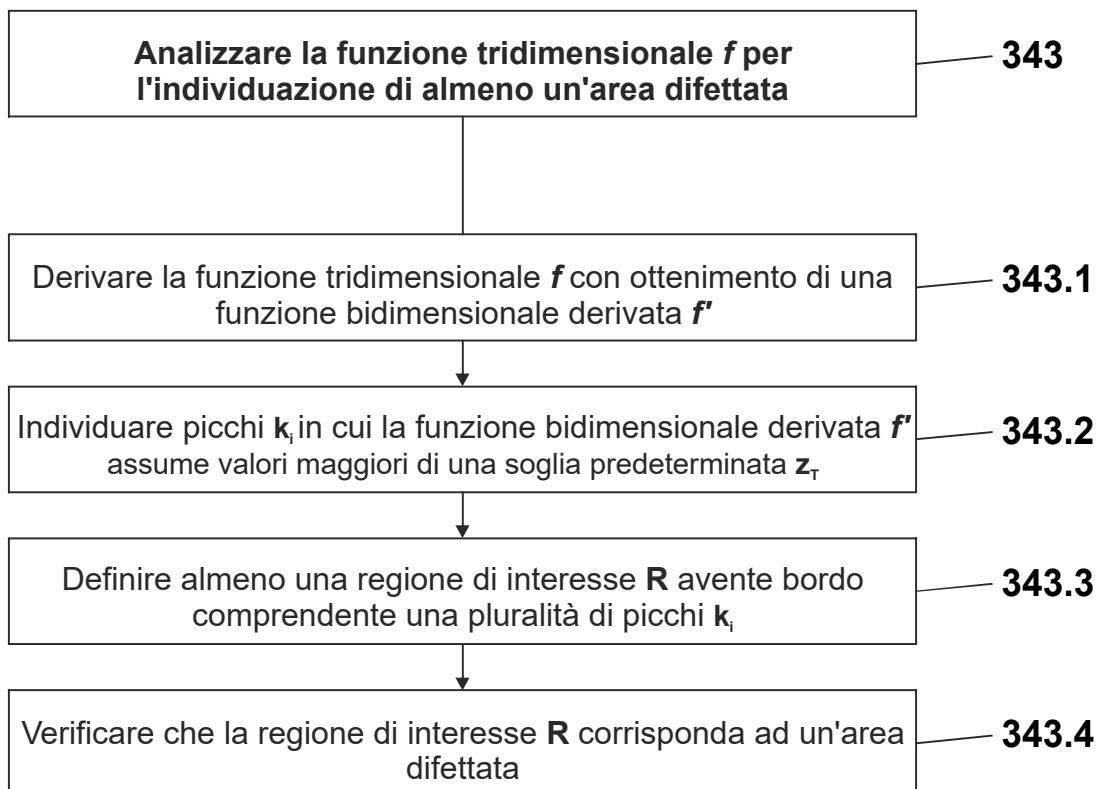
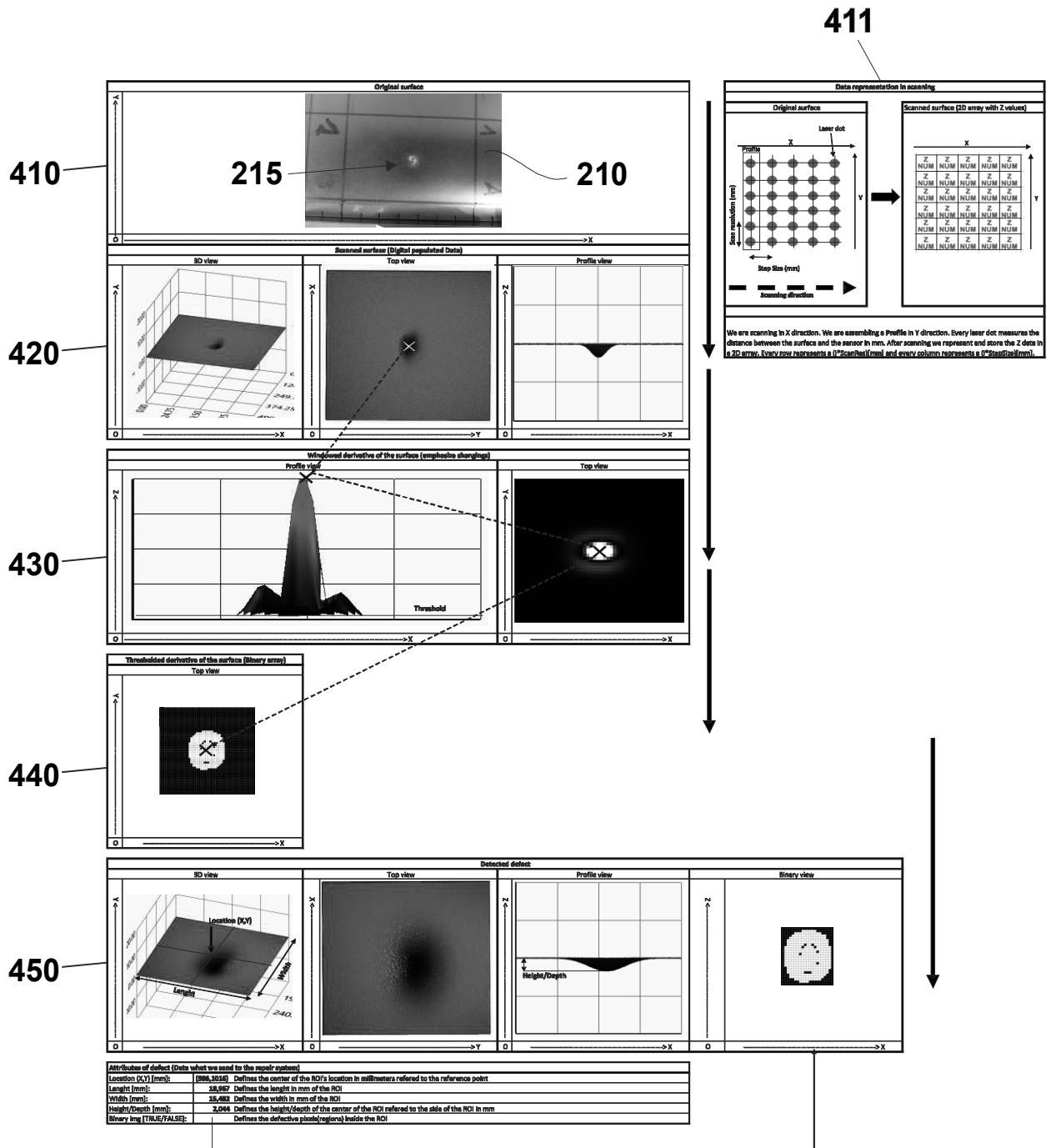


Fig. 3





PISA 56123 IT
Viale Giovanni Pisano, 31
Tel: +39-050-8312216
Fax: +39-050-8310708
Mob: +39-335 6342222

e-mail: abmpat@abmpat.com
http://www.abmpat.com

Dr. Ing. Marco CELESTINO

Italian Industrial Property Consultant
European Patent Attorney
European Trademark Attorney
FICPI and AIPPI Member



Agenzia Brevetti
& Marchi

EUROPEAN PATENT OFFICE
Erhardtstrasse 27
D-80298 München
GERMANIA /GERMANY

Pisa, 8 April 2019

Re: PCT – Direct / Informal comments

Accompanying letter for replying to the objections raised by the EPO in connection with the Italian application No. **102018000004368** dated 10/04/2018 claimed as priority of the present PCT application.

Applicant(s): *Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento Sant'Anna, PIAGGIO & C. S.p.A.* and *Robot System Automation S.r.l.*

Our reference: B30/0538

Dear Sirs,

This is a reply to the objections raised by the EPO against the above-indicated Italian patent application claimed as priority of the present PCT application.

1. Amendments

Please find attached a set of amended claims both “with annotation” and “clean copy”.

D2 and D3 have been cited in the prior art section.

Claim 1 has been amended adding the content of old claim 2. Accordingly, old claim 3 has been renumbered as claim 2.

A new claim 3 has been added.

2. Arguments

2.1 Novelty

Present claim 1 is new over the prior art, as stated also in the search report, since none of the cited documents discloses both the following features:

[a] said detecting of a possible defective area (215) comprising the steps of:

- *analyse said cloud of points p_i for extrapolating a three-dimensional virtual*

EUROPEAN PATENT OFFICE
Erhardtstrasse 27
D-80298 München
GERMANIA /GERMANY

geometry of said surface (210);

- *associate said three-dimensional virtual geometry to a three-dimensional function f arranged to mathematically describe said surface (210);*
- *analyse said three-dimensional function f for detecting at a least a possible defective area (215);*

[b] said three-dimensional function f comprises the steps of:

- *derive said three-dimensional function f obtaining a two-dimensional derivative function f' ;*
- *identify, in said two-dimensional derivative function f' , peaks k_i wherein said function f' has values higher than a predetermined threshold z_T ;*
- *define at least a region of interest R having an edge comprising a plurality of said peaks k_i ;*
- *verify that said region of interest R is a defective area (215).*

2.2 Inventive step

The Applicant considers D1 the closest prior art.

D1 discloses a method and an automatic system for the identification and correction of defects on the bodywork of a painted vehicle, which, after having carried out an inspection by cameras and having reconstructed a three-dimensional geometry of the defect, extrapolates some mathematical parameters relating to this geometry and evaluates them using a dedicated algorithm, in order to catalogue the defect more accurately.

However, this system is specifically oriented to the application on painted bodies. In fact, since the inspection of the bodywork is carried out by means of cameras, the reconstruction of the geometry is carried out by analysing the acquired pixels, being insufficient to accurately describe the defective area in unpainted shells. Consequently, the algorithm described is specifically oriented to the evaluation of specific mathematical parameters of painting defects, such as surface stains or non-homogeneous paints.

Moreover, precisely due to the inspection method used, D1 is not able to assess the depth and shape of defects that do not produce shadows such as to be detected by comparing the colours of the pixels. Therefore, this system cannot be used for the detection of slight depressions or bumps in the bodywork.

EUROPEAN PATENT OFFICE
Erhardtstrasse 27
D-80298 München
GERMANIA /GERMANY

Present claim 1 differs from D1 for the **distinguishing feature [a]**, since D1 doesn't provide a step of analysis of the derivative function of the three-dimensional geometry of the defects.

The **technical effect** of such distinguishing feature [b] is to allow a very high level of accuracy in the analysis of the three-dimensional function in order to detect concavities or convexities present on the bodywork.

Therefore, the **technical problem** solved by the present invention can be defined as how to improve the device of D1 in order to allow to detect concavities or convexities present on the bodywork, and not only any paint imperfections

In the search report, the Examiner considers that old claim 2 (actual claim 1) is anticipated in inventive step by the combination of D1 and D2.

However, D2 discloses a system that compares an expected 3D function with that one calculated from the instantaneously detected cloud of points: if the derivatives deviate by more than a certain range, then the system detects a defect.

Instead, the present invention, and in particular feature [b], is not based on a comparison between the expected derivative and the detected derivative, but on a deviation of the detected derivative from a predetermined threshold.

The method used in D1 brings to some important disadvantages.

First of all, since D1 needs a 3D model of the analyzed body, it is not possible to realize the procedure on bodies not previously known or of which there is no virtual model.

Then, because, due to manufacturing tolerances, the surfaces of the bodywork may have deviations of even 1-2 mm from each other, referring to a virtual body necessarily implies not being able to detect defects lower than this value. Otherwise, the system of D2 would risk detecting bodywork defects even if it is a simple deviation due to these tolerances. Therefore, this system does not allow to detect surface defects lower than the aforementioned deviation value.

Moreover, during the assembly of the surfaces the bodies may have a further increase in these deviations, due to the sum of these tolerances. Therefore, on bodies already assembled, the method of D results to have even less precision in the detection of defects.

Such problems are never faced in D2 and there is no teaching to modify the method in order to exclude the virtual 3D model.

EUROPEAN PATENT OFFICE
Erhardtstrasse 27
D-80298 München
GERMANIA /GERMANY

Therefore a skilled person, even combining D1 with D2, would not have any suggestion to arrive to the solution of claim 1.

Furthermore, not even document D3 faces such problems.

Therefore present claim 1 involves an inventive step with respect to D2 both alone and in combination with D3.

3. Conclusion

The Applicant respectfully believes that present claim 1 of the PCT application meets the requirements of the PCT with respect to novelty and inventive step (Art. 33(3)).

Yours faithfully

AGENZIA BREVETTI & MARCHI

Marco Celestino

CLAIMS

1. A system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least a portion of a vehicle body (200), said system (100) comprising:
 - an optical detection device (110) arranged to acquire data on the three-dimensional shape of said surface (210);
 - a first moving means (120) arranged to drive said optical detection device (110);
 - at least a control unit arranged to:
 - localize said vehicle body (200) with respect to a predetermined reference system S ;
 - drive said first moving means (120) to move said optical detection device (110) along a determined trajectory γ with respect to said predetermined reference system S ;
 - receive said data on the three-dimensional shape of said surface (210) from said optical detection device (110);
 - detect a possible defective area (215) on said surface (210) and define a three-dimensional geometry of said defective area (215);
 - query and/or update a database arranged to associate a plurality of three-dimensional geometries of defective areas to relative predetermined typologies of defects;
 - assign, on the basis of said database, a typology of defect to said defective area (215) detected;

~~said system (100) characterized in that~~ said data on the three-dimensional shape of said surface (210) ~~comprises~~ comprising a cloud of points p_i of said surface (210), to each point p_i being associated coordinates (x_i, y_i, z_i) defined with respect to said reference system S ,

~~and in that~~ said detecting of a possible defective area (215) ~~comprises~~ comprising the steps of:

- analyse said cloud of points p_i for extrapolating a three-dimensional virtual geometry of said surface (210);
- associate said three-dimensional virtual geometry to a three-dimensional function f arranged to mathematically describe said surface (210);
- analyse said three-dimensional function f for detecting at a least a possible defective area (215);

said system (100) characterized in that said analysis of said three-dimensional function f comprises the steps of:

- derive said three-dimensional function f obtaining a two-dimensional derivative function f' ;
- identify, in said two-dimensional derivative function f' , peaks k_i wherein said function f' has values higher than a predetermined threshold z_T ;
- define at least a region of interest R having an edge comprising a plurality of said peaks k_i ;
- verify that said region of interest R is a defective area (215).

~~2. The system (100) for identification of defects on a surface (210)~~

~~of at least a portion of a vehicle body (200), according to claim 1, wherein said analysis of said three-dimensional function f comprises the steps of:~~

- ~~— derive said three-dimensional function f obtaining a two-dimensional derivative function f' ;~~
- ~~— identify, in said two-dimensional derivative function f' , peaks k_i wherein said function f' has values higher than a predetermined threshold z_T ;~~
- ~~— define at least a region of interest R having an edge comprising a plurality of said peaks k_i ;~~
- ~~— verify that said region of interest R is a defective area (215).~~

2. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least a portion of a vehicle body (200), according to claim 1, wherein said optical detection device (110) comprises a laser scanner (115).

3. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least a portion of a vehicle body (200), according to claim 2, wherein said first moving means (120) comprises:

- at least two robotic links (121);
- at least one rotational joint (125) arranged to provide a rotation θ between said at least two robotic links (121) to allow a handling of said laser scanner (115) along said trajectory γ ;
- at least one transducer of angular position arranged to measure said or each rotation θ of said or each rotational

joint (125);

and wherein said control unit is arranged:

- to set a plurality of acquisition points γ_i , along said trajectory γ , at which detecting said data on the three-dimensional shape of said surface (210) comprising said cloud of points p_i ;
- to set a time range τ ;
- at each time range τ :
 - to receive from said or each transducer of angular position said or each rotation θ of said or each rotational joint (125);
 - on the basis of said or each rotation θ , to compute a position of said laser scanner (115) with respect to said trajectory γ and, therefore, with respect to said predetermined reference system S , said computing of said position being made in a predetermined calculation time $\varepsilon \leq \tau$;
- when said position of said scanner laser (115) with respect to said trajectory γ corresponds to an acquisition point γ_i :
 - to receive from said laser scanner (115) said data on the three-dimensional shape of said surface (210);
 - to associate said data on the three-dimensional shape of said surface (210) to said acquisition point γ_i .

4. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least a portion of a vehicle body (200), according to claim

1, wherein said optical detection device (110) comprises at least one camera (116) arranged to detect visual data on the three-dimensional shape of said surface (210).

5. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 1, wherein a tactile sensor (117) is also provided arranged to detect data relating to the roughness of said surface (210).
6. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 1, wherein a defect removal device (130) is also provided for carrying out a surface processing on said surface (210) at least at one defective area (215).
7. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 6, wherein a second moving means (120') is provided arranged to actuate said defect removal device (130) and wherein said control unit is arranged to drive said second moving means (120') along a determined trajectory γ' with respect to said reference system S predetermined, on the basis of said step of localize said vehicle body (200) with respect to said predetermined reference system S and on the basis of said data on the three-dimensional shape of said surface (210).
8. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 1, wherein said control unit is also arranged for carrying out a

step of training and building of said database, by means of a data acquisition on the three-dimensional shape of said surface (210) at defective areas (215) of which is known a three-dimensional geometry and a corresponding typology of defect.

9. A method for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), said method comprising the steps of:

- localize said body (200) with respect to a reference system S predetermined;
- move said optical detection device (110) along a determined trajectory γ with respect to said predetermined reference system S ;
- acquire data on the three-dimensional shape of said surface (210) by an optical detection device (110);
- detect a possible defective area (215) on said surface (210) and define a three-dimensional geometry of said defective area (215);
- query and/or update a database arranged to associate a plurality of three-dimensional geometries of defective areas to relative predetermined typologies of defects;
- assign, on the basis of said database, a typology of defect to said defective area (215) detected;

said method **characterized in that** said data on the three-dimensional shape of said surface (210) comprises a cloud of points p_i of said surface (210), to each point p_i being associated coordinates (x_i, y_i, z_i) defined with respect to said reference

system S ,

and in that said step of detect a possible defective area (215) comprises the steps of:

- analyse said cloud of points p_i for extrapolating a three-dimensional virtual geometry of said surface (210);
- associate said three-dimensional virtual geometry to a three-dimensional function f arranged to mathematically describe said surface (210);
- analyse said three-dimensional function f for detecting at a least a possible defective area (215).

10. The method for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 9, wherein said step of analyse said three-dimensional function f comprises the steps of:

- derive said three-dimensional function f obtaining a two-dimensional derivative function f' ;
- identify, in said two-dimensional derivative function f' , peaks k_i wherein said function f' has values higher than a predetermined threshold z_T ;
- define at least a region of interest R having an edge comprising a plurality of said peaks k_i ;
- verify that said region of interest R is a defective area (215).

CLAIMS

1. A system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least a portion of a vehicle body (200), said system (100) comprising:
 - an optical detection device (110) arranged to acquire data on the three-dimensional shape of said surface (210);
 - a first moving means (120) arranged to drive said optical detection device (110);
 - at least a control unit arranged to:
 - localize said vehicle body (200) with respect to a predetermined reference system S ;
 - drive said first moving means (120) to move said optical detection device (110) along a determined trajectory γ with respect to said predetermined reference system S ;
 - receive said data on the three-dimensional shape of said surface (210) from said optical detection device (110);
 - detect a possible defective area (215) on said surface (210) and define a three-dimensional geometry of said defective area (215);
 - query and/or update a database arranged to associate a plurality of three-dimensional geometries of defective areas to relative predetermined typologies of defects;
 - assign, on the basis of said database, a typology of defect to said defective area (215) detected;

said data on the three-dimensional shape of said surface (210) comprising a cloud of points p_i of said surface (210), to each point p_i being associated coordinates (x_i, y_i, z_i) defined with respect to said reference system S ,
said detecting of a possible defective area (215) comprising the steps of:

- analyse said cloud of points p_i for extrapolating a three-dimensional virtual geometry of said surface (210);
- associate said three-dimensional virtual geometry to a three-dimensional function f arranged to mathematically describe said surface (210);
- analyse said three-dimensional function f for detecting at a least a possible defective area (215);

said system (100) **characterized in that** said analysis of said three-dimensional function f comprises the steps of:

- derive said three-dimensional function f obtaining a two-dimensional derivative function f' ;
- identify, in said two-dimensional derivative function f' , peaks k_i wherein said function f' has values higher than a predetermined threshold z_T ;
- define at least a region of interest R having an edge comprising a plurality of said peaks k_i ;
- verify that said region of interest R is a defective area (215).

2. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least a portion of a vehicle body (200), according to claim

1, wherein said optical detection device (110) comprises a laser scanner (115).

3. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least a portion of a vehicle body (200), according to claim 2, wherein said first moving means (120) comprises:

- at least two robotic links (121);
- at least one rotational joint (125) arranged to provide a rotation θ between said at least two robotic links (121) to allow a handling of said laser scanner (115) along said trajectory γ ;
- at least one transducer of angular position arranged to measure said or each rotation θ of said or each rotational joint (125);

and wherein said control unit is arranged:

- to set a plurality of acquisition points γ_i , along said trajectory γ , at which detecting said data on the three-dimensional shape of said surface (210) comprising said cloud of points p_i ;
- to set a time range τ ;
- at each time range τ :
 - to receive from said or each transducer of angular position said or each rotation θ of said or each rotational joint (125);
 - on the basis of said or each rotation θ , to compute a position of said laser scanner (115) with respect to said trajectory γ and, therefore, with respect to said

predetermined reference system S , said computing of said position being made in a predetermined calculation time $\varepsilon \leq \tau$;

- when said position of said scanner laser (115) with respect to said trajectory γ corresponds to an acquisition point γ_i :
 - to receive from said laser scanner (115) said data on the three-dimensional shape of said surface (210);
 - to associate said data on the three-dimensional shape of said surface (210) to said acquisition point γ_i .

4. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least a portion of a vehicle body (200), according to claim 1, wherein said optical detection device (110) comprises at least one camera (116) arranged to detect visual data on the three-dimensional shape of said surface (210).
5. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 1, wherein a tactile sensor (117) is also provided arranged to detect data relating to the roughness of said surface (210).
6. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 1, wherein a defect removal device (130) is also provided for carrying out a surface processing on said surface (210) at least at one defective area (215).
7. The system (100) for identification of defects on a surface (210)

of at least one portion of a body (200), according to claim 6, wherein a second moving means (120') is provided arranged to actuate said defect removal device (130) and wherein said control unit is arranged to drive said second moving means (120') along a determined trajectory γ' with respect to said reference system S predetermined, on the basis of said step of localize said vehicle body (200) with respect to said predetermined reference system S and on the basis of said data on the three-dimensional shape of said surface (210).

8. The system (100) for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 1, wherein said control unit is also arranged for carrying out a step of training and building of said database, by means of a data acquisition on the three-dimensional shape of said surface (210) at defective areas (215) of which is known a three-dimensional geometry and a corresponding typology of defect.
9. A method for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), said method comprising the steps of:
 - localize said body (200) with respect to a reference system S predetermined;
 - move said optical detection device (110) along a determined trajectory γ with respect to said predetermined reference system S ;
 - acquire data on the three-dimensional shape of said surface (210) by an optical detection device (110);

- detect a possible defective area (215) on said surface (210) and define a three-dimensional geometry of said defective area (215);
- query and/or update a database arranged to associate a plurality of three-dimensional geometries of defective areas to relative predetermined typologies of defects;
- assign, on the basis of said database, a typology of defect to said defective area (215) detected;

said method **characterized in that** said data on the three-dimensional shape of said surface (210) comprises a cloud of points p_i of said surface (210), to each point p_i being associated coordinates (x_i, y_i, z_i) defined with respect to said reference system S ,

and in that said step of detect a possible defective area (215) comprises the steps of:

- analyse said cloud of points p_i for extrapolating a three-dimensional virtual geometry of said surface (210);
- associate said three-dimensional virtual geometry to a three-dimensional function f arranged to mathematically describe said surface (210);
- analyse said three-dimensional function f for detecting at a least a possible defective area (215).

10. The method for identification of defects on a surface (210) of at least one portion of a body (200), according to claim 9, wherein said step of analyse said three-dimensional function f comprises the steps of:

- derive said three-dimensional function f obtaining a two-dimensional derivative function f' ;
- identify, in said two-dimensional derivative function f' , peaks k_i wherein said function f' has values higher than a predetermined threshold z_T ;
- define at least a region of interest R having an edge comprising a plurality of said peaks k_i ;
- verify that said region of interest R is a defective area (215).