

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000020801
Data Deposito	02/08/2021
Data Pubblicazione	02/02/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	26	035

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	26	067

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	26	073

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	26	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	26	14

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	26	342

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	26	70

Titolo

MACCHINA LASER PER FABBRICAZIONE ADDITIVA
--

DESCRIZIONE

MACCHINA LASER PER FABBRICAZIONE ADDITIVA

La presente invenzione ha per oggetto una macchina laser per fabbricazione additiva del tipo precisato nel preambolo della prima rivendicazione.

- 5 In particolare, la presente invenzione ha per oggetto una macchina laser per fabbricazione additiva, o *additive manufacturing*, di manufatti appartenenti a vari settori della tecnica, ad esempio automotive, aerospaziale e medicale, tramite fusione di filamenti metallici, ad esempio in titanio, inconel™, acciaio, lega leggera od anche lega preziosa.
- 10 La Fabbricazione Additiva, o *additive manufacturing*, grazie alle sue caratteristiche di flessibilità, è una tecnologia impiegata in diversi settori e con diverse applicazioni. In particolare, l'utilizzo di questa tecnologia trova facile impiego nella produzione di beni strumentali, nel settore aerospaziale, nel settore automotive, nel settore biomedicale e per la produzione dei beni di consumo.
- 15 L'applicazione principale a cui sono destinati i componenti realizzati per fabbricazione additiva è la costruzione di parti definitive, sicuramente una tra le applicazioni più interessanti ed in rapida crescita nell'ultimo periodo. Inoltre, la fabbricazione additiva trova impiego anche per effettuare test di assemblaggio, a dimostrazione del miglioramento continuo delle prestazioni dei materiali utilizzati.
- 20 Altre possibili applicazioni della fabbricazione additiva sono nel settore educativo e di ricerca, nella visualizzazione di progetti, nella realizzazione di inserti per stampi, la realizzazione di modelli concettuali e master per il tooling e fonderia.
- Allo stato attuale, nel settore del metal additive manufacturing esistono principalmente due tecnologie note come SLM (*Selective Laser Melting*), e FDM
- 25 (*Fused Deposition Metal*).

La SLM è una tecnica di fabbricazione additiva che, analogamente alla SLS, (*Selective Laser Sintering*), per i materiali polimerici, realizza i componenti attraverso la fusione selettiva di un letto di polvere. Questa tecnica può essere considerata come alternativa ai più tradizionali processi di lavorazione per deformazione e processi di fonderia; in entrambi i casi durante la realizzazione del componente è necessario prevedere uno strato di sovrametallo nelle zone di accoppiamento, così da permettere la successiva finitura superficiale eseguita attraverso lavorazioni ad asportazione di truciolo.

La SLM comprende alcuni importanti inconvenienti.

- 10 In particolare, la radiazione laser non consente di raggiungere la completa fusione delle particelle metalliche lasciando porosità all'interno del prodotto realizzato. Un ulteriore limite di questa tecnologia, inoltre, risiede nel volume massimo confinato a circa mezzo metro cubo: il motivo principale di tale limitazione è l'elevato peso del cubo metallico che rende difficoltosi gli spostamenti millesimali necessari all'elevatore per svolgere il processo di costruzione.

In ogni caso, la SLM viene utilizzata anche per la realizzazione di stampi, a fronte di un costo superiore del 10%- 15% rispetto agli stampi ottenuti con tecniche tradizionali, con questa tecnica si ottiene una produttività ed una qualità superiore.

- Aziende come *Desktop Metal* e *Markforged* hanno sviluppato, a partire dal 2017, la tecnologia FDM. Quest'ultima non è dissimile dall'omonima tecnologia attualmente adottata per i materiali plastici.

- Il processo utilizza polvere metallica, amalgamata in un legante plastico o ceramico, che viene estrusa strato dopo strato fino a formare il prodotto finito. Il grezzo di questo processo viene poi inviato in una stazione di lavaggio in cui un fluido specifico rimuove parzialmente il legante, svolge un'azione di pulizia e crea una

struttura porosa preparando il campione per la sinterizzazione. Successivamente il prodotto viene inserito in un forno nel quale avviene la sinterizzazione delle polveri metalliche e la completa eliminazione del legante organico raggiungendo una densità pari a 96 – 98%. Queste soluzioni sono molto promettenti, i costi per le stampanti sono inferiori rispetto alle tecnologie a letto di polvere, come anche i tempi di stampa.

Permangono, tuttavia, diverse perplessità sulla struttura metallografica del pezzo finale, sulle proprietà meccaniche e su una eventuale presenza di residui organici che potrebbero compromettere l'uso in alcune applicazioni. Allo stato della tecnica attuale non è ancora stata fatta una caratterizzazione chimica e metallografica su campioni prodotti mediante questo tipo di tecnologia e, quindi, sarebbe opportuno monitorare l'avanzamento di questa metodologia di stampa 3D soprattutto visti i relativi bassi costi di una eventuale produzione in serie.

In questa situazione il compito tecnico alla base della presente invenzione è ideare una macchina laser per fabbricazione additiva in grado di ovviare sostanzialmente ad almeno parte degli inconvenienti citati.

Nell'ambito di detto compito tecnico è un importante scopo dell'invenzione ottenere una macchina laser per fabbricazione additiva che consenta di ottenere manufatti aventi un ridotto, se non nullo, numero di difetti.

Un altro importante scopo dell'invenzione è realizzare una macchina laser per fabbricazione additiva che consenta di lavorare filamenti metallici di diametri differenti in modo tale da essere facilmente adattabile a qualunque situazione.

Inoltre, un ulteriore compito dell'invenzione è realizzare una macchina laser per fabbricazione additiva che consenta di incrementare l'efficienza e rapidità del processo produttivo per la realizzazione di manufatti finiti.

Il compito tecnico e gli scopi specificati sono raggiunti da una macchina laser per fabbricazione additiva come rivendicata nella annessa rivendicazione 1.

Soluzioni tecniche preferite sono evidenziate nelle rivendicazioni dipendenti.

Le caratteristiche ed i vantaggi dell'invenzione sono di seguito chiariti dalla
5 descrizione dettagliata di esecuzioni preferite dell'invenzione, con riferimento agli
uniti disegni, nei quali:

la **Fig. 1** mostra una vista frontale della testa di una macchina laser per fabbricazione additiva secondo l'invenzione;

la **Fig. 2** illustra una vista in dettaglio della testa di Fig. 1 in cui sono
10 evidenziate le possibili regolazioni di focalizzazione eseguibili sulla testa;

la **Fig. 3** è uno schema funzionale relativo alla collimazione dei raggi laser di una macchina laser per fabbricazione additiva secondo l'invenzione;

la **Fig. 4** rappresenta il dettaglio relativo alla zona di collimazione realizzata da una macchina laser per fabbricazione additiva secondo l'invenzione;

15 la **Fig. 5a** mostra una vista in prospettiva di una macchina laser per fabbricazione additiva secondo l'invenzione in una prima forma di realizzazione in cui il filamento metallico è depositato su di un substrato definito da un supporto fisso;

la **Fig. 5b** illustra una vista laterale della macchina di Fig. 5a;

la **Fig. 6a** è vista in prospettiva di un sistema comprendente una macchina
20 laser per fabbricazione additiva secondo l'invenzione in una seconda forma di realizzazione in cui il filamento metallico è depositato su di un substrato solidale alla testa di una seconda macchina;

la **Fig. 6b** rappresenta una vista laterale della macchina di Fig. 6a;

la **Fig. 7a** mostra una vista in prospettiva di un sistema comprendente una
25 macchina laser per fabbricazione additiva secondo l'invenzione in una terza forma

di realizzazione in cui il filamento metallico è depositato su di un substrato definito da un supporto rotante; e

la **Fig. 7b** illustra una vista laterale della macchina di Fig. 7a.

Nel presente documento, le misure, i valori, le forme e i riferimenti geometrici (come perpendicolarità e parallelismo), quando associati a parole come "circa" o altri simili termini quali "pressoché" o "sostanzialmente", sono da intendersi come a meno di errori di misura o imprecisioni dovute a errori di produzione e/o fabbricazione e, soprattutto, a meno di un lieve scostamento dal valore, dalla misura, dalla forma o riferimento geometrico cui è associato. Ad esempio, tali termini, se associati a un valore, indicano preferibilmente uno scostamento non superiore al 10% del valore stesso.

Inoltre, quando usati, termini come "primo", "secondo", "superiore", "inferiore", "principale" e "secondario" non identificano necessariamente un ordine, una priorità di relazione o posizione relativa, ma possono essere semplicemente utilizzati per più chiaramente distinguere tra loro differenti componenti.

Salvo diversamente specificato, come risulta dalle seguenti discussioni, si considera che termini come "trattamento", "informatica", "determinazione", "calcolo", o simili, si riferiscono all'azione e/o processi di un computer o simile dispositivo di calcolo elettronico che manipola e/o trasforma dati rappresentati come fisici, quali grandezze elettroniche di registri di un sistema informatico e/o memorie in, altri dati similmente rappresentati come quantità fisiche all'interno di sistemi informatici, registri o altri dispositivi di memorizzazione, trasmissione o di visualizzazione di informazioni.

Le misurazioni e i dati riportati nel presente testo sono da considerarsi, salvo diversamente indicato, come effettuati in Atmosfera Standard Internazionale

ICAO (ISO 2533:1975).

Con riferimento alle Figure, la macchina laser per fabbricazione additiva secondo l'invenzione è globalmente indicata con il numero **1**.

La macchina **1** è sostanzialmente atta a consentire la fabbricazione di manufatti per
5 addizione di materiale metallico. Sostanzialmente, quindi, la macchina **1** è assimilabile ad una stampante 3D atta a consentire la realizzazione di manufatti metallici.

La macchina **1** è destinata pertanto a depositare almeno un filamento metallico **11** su di un substrato **10**. Il substrato **10** è sostanzialmente un supporto, ad esempio
10 piano oppure anche concavo, o convesso o definente anche ulteriori forme, su cui può essere depositato in maniera controllata il filamento **11**.

Il filamento metallico **11** è sostanzialmente un elemento allungato o lungiforme estendentesi prevalentemente lungo una traiettoria di sviluppo.

Inoltre, il filamento metallico **11** definisce una pluralità di sezioni,
15 perpendicolarmente alla traiettoria di sviluppo. Tali sezioni sono preferibilmente invarianti, ovvero il filamento **11** è sostanzialmente omogeneo e non presenta delle strizioni o degli allargamenti lungo la traiettoria di sviluppo. Pertanto, il filamento metallico definisce un proprio primo diametro **d₁**.

Il primo diametro **d₁** è definito dal diametro di ciascuna sezione circolare del
20 filamento **11**. Il primo diametro **d₁** è ad esempio compreso tra 0,1 mm e 1,3 mm.

Inoltre, il filamento **11** può includere qualsiasi materiale metallico, nella fattispecie ad esempio titanio, acciaio, superleghe come Inconel™, leghe leggere, leghe preziose, o altro ancora.

La macchina **1** comprende, per sommi capi, una base **2**, un braccio robotico **3** ed
25 una testa **4**.

La base 2 è sostanzialmente un elemento stabile a cui il braccio robotico 3 è connesso. Quindi, il braccio robotico 3 è labilmente vincolato alla base 2.

Pertanto, la base 2 può essere una sorta di piedistallo, o anche una parete, o un pavimento o, ancora, un soffitto.

- 5 Il braccio robotico 3, di per sé noto, è un manipolatore in grado di interagire con il substrato e, come meglio specificato in seguito, depositare il filamento 11 sul substrato 10 in maniera controllata.

Esso può comprendere, in generale, uno o più corpi rigidi, identificabili in profilati opzionalmente telescopici, e uno o più giunti meccanici atti a movimentare e, per la
10 precisione, ruotare reciprocamente i corpi rigidi in modo opportunamente indipendente tra loro.

Tra i corpi rigidi è identificabile un corpo rigido finale cui è vincolata la testa 4 e opzionalmente un giunto meccanico finale vincolante il corpo rigido finale ad almeno un corpo rigido a monte di esso. Opzionalmente, il braccio robotico 3 può
15 comprendere almeno una cerniera, preferibilmente motorizzata, atta a definire almeno un asse di rotazione tra testa 4 e corpo rigido finale.

I giunti meccanici sono atti a movimentare e, per la precisione, ruotare reciprocamente i corpi rigidi variando l'angolo di divaricamento tra due contigui corpi rigidi.

- 20 I giunti meccanici ruotano i corpi rigidi in accordo a una cinematica inversa o una cinematica diretta. Si precisa quindi che, anche se non espressamente dichiarato, ogni movimento del braccio robotico 3 descritto in questo documento può essere determinato secondo una cinematica inversa o una cinematica diretta.

L'espressione cinematica inversa definisce una traiettoria nello spazio operativo,
25 ossia il calcolo del percorso dell'organo terminale del braccio robotico 3

(identificabile nella testa 4). Pertanto, è possibile determinare posizione, velocità e accelerazione dei singoli giunti meccanici in modo da avere detto percorso dell'organo terminale del braccio robotico 3.

5 L'espressione cinematica diretta identifica il calcolo di una traiettoria nello spazio di giunto in cui si determinano, non il percorso dell'organo terminale, ma la posizione, la velocità e l'accelerazione dei singoli giunti meccanici. Di conseguenza, il percorso dell'organo terminale del braccio robotico 3 è conseguenza della posizione, della velocità e dell'accelerazione dei giunti meccanici.

10 Ciascun giunto è atto a ruotare almeno il corpo rigido a esso seguente in accordo alla catena cinematica definendo un asse di rotazione trasversale e, sostanzialmente, pressoché perpendicolare all'asse di preferita estensione del corpo rigido. Preferibilmente, un giunto definisce due assi di rotazione pressoché trasversali e, più preferibilmente, perpendicolari tra loro.

15 I giunti meccanici possono essere di vario tipo, motorizzati o non motorizzati, come - a titolo di esempio non limitativo - giunti rotoidali, prismatici, sferici, elicoidali, cilindrici, cerniere.

Ogni giunto meccanico può comprendere un servomotore ossia un motore elettrico provvisto di encoder atto a misurare l'angolo di rotazione tra i corpi rigidi dato dallo stesso motore e a mantenere stabilmente tale angolo.

20 Vantaggiosamente, il braccio robotico 3 è a cedevolezza controllabile. Pertanto, uno o più giunti meccanici possono essere a cedevolezza variabile. Giunti a cedevolezza variabile sono descritti ad esempio nei documenti brevettuali US2012096973 e ITPI20110057.

25 Il braccio robotico 3 può comprendere uno o più sensori atti a rilevare le forze tra substrato 10 e braccio robotico 3 (in particolare sulla testa 4).

I giunti meccanici possono definire almeno due cedevolezza diverse tra loro per modulo e/o direzione di applicazione come sotto descritto.

Detti sensori sono atti a rilevare l'intensità di dette forze.

Detti sensori sono atti a rilevare direzione e opportunamente verso di dette forze.

- 5 La testa 4, come già accennato, è preferibilmente solidale ad una estremità libera del braccio robotico 3.

Inoltre, la testa 4 comprende una pluralità di componenti.

In dettaglio, la testa 4 comprende almeno un emettitore **40**.

- 10 L'emettitore 40 è configurato per emettere almeno un primo raggio r_1 laser. Il primo raggio r_1 è emesso lungo una direzione di emissione **4a**. La direzione di emissione 4a è la direzione lungo la quale si estende il primo raggio r_1 . Pertanto, preferibilmente, la direzione di emissione 4a è rettilinea.

- 15 L'emettitore 40, naturalmente, potrebbe anche emettere una pluralità di primi raggi r_1 , ovvero un fascio di primi raggi r_1 , come mostrato ad esempio in Fig. 3. In questo caso, quindi, ciascun primo raggio r_1 è diretto lungo una propria direzione di emissione 4a.

- 20 La testa 4 comprende, quindi, anche un diffusore **41**. Il diffusore 41 preferibilmente interferisce con la direzione di emissione 4a. Nel caso in cui l'emettitore 40 generi una pluralità di primi raggi r_1 , il diffusore 41 preferibilmente interferisce con tutte le direzioni di emissione 4a. Con il termine "interferire" si intende che il diffusore 41 interagisce con i primi raggi r_1 lungo la o le direzioni di emissione 4a. Pertanto, il diffusore 41 è preferibilmente posizionato lungo la o le direzioni di emissione 4a in modo tale da captare i primi raggi r_1 .

- 25 Il diffusore 41 è, quindi, configurato per suddividere il primo raggio r_1 in una pluralità di secondi raggi r_2 . In una forma di realizzazione alternativa, il diffusore 41 potrebbe

anche solo deviare ciascun primo raggio r_1 . Naturalmente, il vantaggio di suddividere il primo raggio r_1 in tanti secondi raggi r_2 è dato dal fatto di risparmiare sull'energia di alimentazione necessaria ad alimentare l'emettitore 40.

I secondi raggi r_2 , siano essi derivanti da un singolo primo raggio r_1 o da rispettivi
5 primi raggi r_1 deviati, si estendono radialmente alla direzione di emissione 4a. Essi si estendono quindi trasversalmente alla direzione di emissione 4a dalla direzione di emissione 4a verso l'esterno.

I secondi raggi r_2 potrebbe quindi estendersi trasversalmente alla direzione di emissione 4a con una propria inclinazione specifica, ad esempio anche
10 perpendicolarmente.

La testa 4 comprende anche un convogliatore **42**.

Il convogliatore 42 è configurato per convogliare il filamento 11 lungo una direzione di convogliamento **4b**.

La direzione di convogliamento 4b è sostanzialmente la direzione di sviluppo del
15 filamento 11 in uscita dalla testa 4.

Pertanto, all'interno della testa 4 il filamento 11 può estendersi lungo una qualsiasi direzione fino all'uscita dove il filamento 11 assume la direzione di convogliamento 4b.

Infatti, preferibilmente, il convogliatore 42 può includere una pluralità di componenti.

20 In dettaglio, il convogliatore 42 preferibilmente comprende una bobina su cui è arrotolato detto filamento 11. La bobina, non mostrata nelle figure, è sostanzialmente un elemento rotante, o rispetto al quale può ruotare il filamento 11, e che contiene il filamento avvolto attorno ad un proprio asse.

Il convogliatore 42 può quindi comprendere un modulo di raddrizzamento **420**. Il
25 modulo di raddrizzamento 420 è sostanzialmente configurato per orientare il

filamento 11 lungo la direzione di convogliamento 4b. Pertanto, ad esempio, esso può comprendere un condotto attraverso il quale il filamento 11 transita, come una cannula rigida, estendentesi lungo la direzione di convogliamento 4b ed entro il quale il filamento 11 può essere movimentato prima di uscire dalla testa 4.

5 Il convogliatore 42 preferibilmente comprende anche un traina-filo. Il traina-filo è configurato per convogliare il filamento 11 dalla bobina al modulo di raddrizzamento 420. Quindi esso può essere un elemento meccanico, ad esempio comprensivo di rulli, atti a trascinare il filamento 11 verso il modulo di raddrizzamento 420.

Quindi, il convogliatore 42 può comprendere un ugello **421**. L'ugello 421 è la parte
10 di convogliatore 42 attraverso la quale il filamento 11 fuoriesce dal convogliatore 42 stesso, ovvero dalla testa 4, per essere depositato sul substrato 10.

L'ugello 421 può sostanzialmente anche coincidere con una estremità libera del modulo raddrizzatore 420, ovvero con il foro di uscita della cannula rigida.

La direzione di convogliamento 4b e la direzione di emissione 4a possono essere
15 tra loro disallineate. Oppure, in una forma di realizzazione preferita, l'emettitore 40 ed il convogliatore 42 possono essere almeno in parte coassiali e, quindi, la direzione di convogliamento 4b e la direzione di emissione 4a possono essere reciprocamente allineate.

In ogni caso, vantaggiosamente, la macchina 1 comprende anche un collimatore
20 **43**.

Il collimatore 43 è configurato per focalizzare i secondi raggi r_2 lungo rispettive direzioni di collimazione **4c**. Le direzioni di collimazione 4c sono sostanzialmente le direzioni lungo le quali si sviluppano i secondi raggi r_2 in uscita dal collimatore 43.

Le direzioni di collimazioni 4c sono, vantaggiosamente, convergenti verso la
25 direzione di convogliamento 4b. Pertanto, i secondi raggi r_2 sono focalizzati sul

substrato 10.

Il substrato 10 è, naturalmente, distanziato rispetto al collimatore 43 lungo la direzione di convogliamento 4b. Inoltre, i secondi raggi r_2 sono focalizzati dal collimatore 43 sul substrato 10 in modo tale da realizzare una zona di collimazione

5 **43a.**

La zona di collimazione 43a è sostanzialmente la zona determinata dal contatto tra secondi raggi r_2 del laser e substrato 10. Inoltre, la zona di collimazione 43a è, vantaggiosamente, preferibilmente anulare. Quindi, la zona di collimazione 43a è atta a circondare il filamento 11, in deposizione sul substrato 10, e definisce un
10 proprio second diametro d_2 . Il secondo diametro d_2 è preferibilmente, ma non necessariamente, maggiore o uguale al primo diametro d_1 .

Naturalmente, quando si descrive la zona di collimazione 43a come anulare, si intende che i punti definiti dal contatto tra laser e substrato 10, nell'insieme, definiscono una traiettoria anulare.

15 Inoltre, è evidente che il filamento 11 fuoriesce dal convogliatore 42 per essere depositato sul substrato 10 attraversando la zona di collimazione 43a.

Da un punto di vista strutturale, il collimatore 43 può comprendere una corona circolare sviluppantesi attorno alla direzione di emissione 4a. Quindi, la corona circolare può includere una o più lenti di focalizzazione inclinabili per modificare le
20 direzioni collimazione 4c. Le lenti di focalizzazione, di per sé note, sono sostanzialmente degli elementi riflettenti in grado di riflettere con una inclinazione scelta il secondo raggio r_2 in arrivo sulla o sulle lenti.

La testa 4 può anche includere un telaio **44**. Il telaio 44 può essere sostanzialmente un elemento contenitivo, o carter, atto ad includere uno o più tra i componenti della
25 testa 44 precedentemente descritti. Preferibilmente, il telaio 44 include il diffusore

41. Inoltre, il collimatore 43 è solidalmente vincolato al telaio 44.

In aggiunta, il modulo di raddrizzamento 420 è removibilmente connesso al telaio 44 per mezzo di un mandrino. Pertanto, il modulo di raddrizzamento 420 può essere facilmente attaccato e staccato dal telaio 44 eventualmente per la sostituzione del
5 filamento 11.

La macchina 1 comprende anche una unità di comando 5.

L'unità di comando 5 è operativamente connessa almeno al braccio robotico 3 ed alla testa 4. Inoltre, in generale, l'unità di comando 5 è configurata per comandare la movimentazione della testa 4 per mezzo del braccio robotico 3 rispetto alla base
10 2.

Quindi, l'unità di comando 5 è preferibilmente abile a comandare, opportunamente in automatico, il funzionamento del braccio robotico 3 (spostamenti, cedevolezza, ecc.).

L'unità di comando 5 può comprendere, a tal proposito, una memoria contenete le
15 informazioni necessarie al comando del braccio robotico 3.

Detta memoria può comprendere un database atto a permettere all'unità di comando 5 di comandare il braccio robotico 3 e in particolare conoscerne la disposizione spaziale.

Il database può comprendere almeno i dati relativi alla cedevolezza (ossia ai giunti
20 meccanici) permettendo all'unità di comando 5 di variare la cedevolezza del braccio robotico 3 (quindi della testa 4 rispetto al substrato 10).

L'unità di comando 5 è quindi atta a comandare la traiettoria della testa 4, ovvero del convogliatore 42 e quindi del filamento 11 che è portato a contatto, ossia deposto, sul substrato 10.

25 Vantaggiosamente, in una forma di realizzazione preferita ma non esclusiva, l'unità

di comando 5 può essere configurata per variare, a comando, le direzioni di collimazione 4c. In questo modo, l'unità di comando 5 può consentire di dilatare il secondo diametro d_2 in relazione al primo diametro d_1 .

L'unità di comando 5 potrebbe quindi essere dotata di mezzi di acquisizione configurati per rilevare il primo diametro d_1 per poter gestire la dilatazione della zona di collimazione 43a ossia il valore del secondo diametro d_2 .

Oppure, l'unità di comando 5 potrebbe anche consentire ad un utente esterno di impostare manualmente il valore del primo diametro d_1 su cui basare la dilatazione della zona di collimazione 43a.

10 Con il termine "dilatazione" ci si riferisce a variazioni sia negative, sia positive del secondo diametro d_2 , ossia a restringimenti od allargamenti della zona di collimazione 43a.

Naturalmente, l'unità di comando 5 può essere configurata per controllare ulteriori componenti.

15 Ad esempio, l'unità di comando 5 è preferibilmente operativamente connessa al traina-filo del convogliatore 42. In questo modo, l'unità di comando 5 può gestire anche la velocità di deposizione del filamento 11 e può, se necessario, bloccare la stessa deposizione.

Inoltre, l'unità di comando 5 può comprendere un primo modulo di regolazione **50**.

20 Il primo modulo di regolazione 50 è azionabile manualmente; inoltre, esso è configurato per consentire la traslazione della zona di collimazione 43a lungo un primo asse di traslazione **5a**. Il primo asse di traslazione 5a è preferibilmente perpendicolare alla direzione di convogliamento 4b.

In aggiunta, l'unità di comando 5 può comprendere anche un secondo modulo di regolazione **51**. Se presente, il secondo modulo di regolazione 51 è simile al primo

25

modulo di regolazione 50.

Quindi, esso può essere azionabile manualmente e configurato per consentire la traslazione della zona di collimazione 43a lungo un secondo asse di traslazione **5b**.

Il secondo asse di traslazione 5b è preferibilmente perpendicolare al primo asse di traslazione 5a.

Quindi, i moduli di regolazione 50, 51 consentono di correggere i piccoli disallineamenti che possono essere presenti tra zona di collimazione 43a e filamento 11. Ad esempio, i moduli di regolazione 50, 51 possono essere degli elementi ruotabili, eventualmente tramite strumento e brugola o altro, come mostrato in dettaglio in Fig. 2, per consentire di puntare la zona di collimazione 43a precisamente attorno al filamento 11 e centrarla.

L'unità di comando 5 può anche includere mezzi sensori **52**. I mezzi sensori 52, se presenti, sono configurati per rilevare l'inclinazione relativa tra la direzione di convogliamento 4b ed una direzione predeterminata.

Quindi, i mezzi sensori 52 possono rilevare eventuali spostamenti indesiderati del modulo di raddrizzamento 420, ad esempio dovuti a urti o altri eventi indesiderati.

Quindi, l'unità di comando 5 può essere configurata per bloccare il convogliatore 42, in dettaglio il traina-filo, ogniqualvolta l'inclinazione relativa supera un valore soglia predeterminato.

L'unità di comando 5 può anche includere un modulo di sicurezza. Se presente, il modulo di sicurezza è configurato per misurare senza contatto la temperatura di esercizio del diffusore 41. Pertanto, il modulo di sicurezza può includere mezzi ottici atti a verificare la temperatura. Quindi, l'unità di comando 5 può essere configurata per disattivare l'emettitore 40 ogniqualvolta la temperatura supera un limite di temperatura predeterminato.

La macchina 1 può includere ulteriori accorgimenti.

Ad esempio, essa può comprendere mezzi di schermatura **6**. Se presenti, i mezzi di schermatura 6 sono disposti, in uso, tra il collimatore 43 ed il substrato 10. Quindi, i mezzi di schermatura 6 sono configurati per isolare il collimatore 43, il diffusore 41 e l'emettitore 40 rispetto ad un ambiente esterno. I mezzi di schermatura, inoltre, sono configurati per consentire il passaggio almeno dei secondi raggi r_2 .

Pertanto, i mezzi di schermatura 6 possono comprendere una lastra trasparente posizionata al di sotto, rispetto al substrato 10, del collimatore 43 ossia della corona.

In conclusione, la macchina 1 può comprendere anche mezzi di raffreddamento.

Se presenti, i mezzi di raffreddamento configurati per raffreddare la testa 4. Essi possono, pertanto, comprendere uno o più canali adiacenti la testa 4, o anche passanti attraverso la testa 4, e configurati per consentire il passaggio al proprio interno di un fluido di raffreddamento.

La macchina 1 può essere utilizzata per realizzare un manufatto per addizione di filamento 11 sul substrato 10. Pertanto, il substrato 10 può essere definito da un supporto appoggiato a parete o anche a pavimento. Oppure, il substrato può essere proprio definito da una parete o da un pavimento. In generale, in una forma di realizzazione semplice, come mostrata nelle Figg. 5a-5b. Il substrato 10 è solidale alla base 2.

Oppure, la macchina 1 può essere parte di un sistema **100** di fabbricazione additiva. Il sistema 100 comprende almeno la macchina 1. La macchina 1 può comprendere tutte o parte delle caratteristiche precedentemente descritte. Inoltre, il sistema 100 può comprendere un dispositivo di supporto **101**.

Il dispositivo di supporto 101 è sostanzialmente un elemento di supporto atto a supportare il substrato 10. Pertanto, il dispositivo di supporto 101 preferibilmente

include il substrato 10. Il substrato 10 può essere appoggiato od agganciato sul dispositivo di supporto 101, oppure il substrato 10 può essere proprio arte del dispositivo di supporto 101.

In una forma di realizzazione, come mostrata nelle Figg. 6a-6b, il dispositivo di
5 supporto 101 comprende ulteriormente una seconda base **2'** ed un secondo braccio **3'**.

La seconda base è preferibilmente solidale alla prima base 2.

Il secondo braccio robotico 3' è, inoltre, labilmente vincolato alla seconda base 2'.

Il substrato 10 è vantaggiosamente solidale ad una estremità libera del secondo
10 braccio robotico 3' in modo tale da essere movimentato, rispetto alla seconda base 2' dal secondo braccio robotico 3'.

Pertanto, il manufatto può essere realizzato tramite la movimentazione relativa tra i bracci robotici 3, 3'.

A questo proposito, infatti, preferibilmente il dispositivo di supporto 101 comprende
15 una seconda unità di comando **5'**.

La seconda unità di comando 5', similmente alla prima unità di comando 5, è operativamente connessa al secondo braccio robotico 3' ed al substrato 10. Inoltre, la seconda unità di comando 5' è configurata per comandare la movimentazione del substrato 10 per mezzo del secondo braccio robotico 3' rispetto alla seconda base
20 2'.

Vantaggiosamente, le unità di comando 5, 5' sono reciprocamente operativamente connesse in modo tale da coordinare la movimentazione reciproca tra la testa 4 ed il substrato 10 durante la realizzazione del manufatto.

Le unità 5, 5' possono anche essere configurate per variare la distanza reciproca
25 lungo l'asse di convogliamento 4b in modo tale da dilatare il secondo diametro d_2 in

relazione a detto primo diametro d_1 .

In una ulteriore forma di realizzazione, come mostrata nelle Figg. 7a-7b, il dispositivo di supporto 101 comprende ulteriormente la seconda base 2' e mezzi di movimentazione **102**.

- 5 La seconda base 2' è preferibilmente, come in precedenza, solidale alla prima base 2.

I mezzi di movimentazione 102, vantaggiosamente, sono operativamente connessi al substrato 10. Inoltre, essi sono configurati per ruotare il substrato 10 rispetto alla seconda base 2' attorno ad un asse di rotazione **102a** predeterminato.

- 10 Pertanto, i mezzi di movimentazione 102 possono comprendere un piatto rotante definente il substrato 10 o su cui il substrato 10 può essere disposto.

Inoltre, come in precedenza, il dispositivo di supporto 101 è preferibilmente dotato della seconda unità di comando 5'.

- Quest'ultima, in questa forma di realizzazione, è operativamente connessa ai mezzi
15 di movimentazione 102 ed al substrato 10. Inoltre, la seconda unità di comando 5' è configurata per comandare la rotazione del substrato 10, in particolare attorno all'asse di rotazione 102a, per mezzo dei mezzi di movimentazione 102 rispetto alla seconda base 2'.

- Vantaggiosamente, anche in questo caso, le unità di comando 5, 5' sono
20 reciprocamente operativamente connesse in modo tale da coordinare la movimentazione reciproca tra la testa 4 ed il substrato 10 durante la realizzazione del manufatto.

- Le unità 5, 5' possono, anche in questo caso, essere configurate per variare la distanza reciproca lungo l'asse di convogliamento 4b in modo tale da dilatare il
25 secondo diametro d_2 in relazione a detto primo diametro d_1 .

Il funzionamento della macchina 1, e relativi sistemi 100, precedentemente descritti in termini strutturali è sostanzialmente simile al funzionamento di qualsiasi stampante 3D.

La macchina 1 laser per fabbricazione additiva secondo l'invenzione, e relativo
5 sistema di fabbricazione additiva, consegue importanti vantaggi.

Infatti, la macchina 1 ed i sistemi 100 realizzati con la macchina 1 consentono di ottenere manufatti aventi un ridotto, se non nullo, numero di difetti.

Inoltre, la macchina 1 ed i sistemi 100 realizzati con la macchina 1 consentono di lavorare filamenti metallici di diametri differenti e sono, pertanto, facilmente
10 adattabili a qualunque situazione e adattabili alla lavorazione di qualsiasi manufatto.

In conclusione, la macchina 1 ed i sistemi 100 realizzati con la macchina 1 consentono di incrementare l'efficienza e rapidità del processo produttivo per la realizzazione di manufatti finiti.

L'invenzione è suscettibile di varianti rientranti nell'ambito del concetto inventivo
15 definito dalle rivendicazioni.

In tale ambito tutti i dettagli sono sostituibili da elementi equivalenti ed i materiali, le forme e le dimensioni possono essere qualsiasi.

RIVENDICAZIONI

1.Sistema (100) di fabbricazione additiva comprendente

- una macchina (1) laser per fabbricazione additiva includente

- una base (2),

5 - un braccio robotico (3) labilmente vincolato a detta base (2), e

caratterizzato dal fatto di comprendere

- una testa (4) solidale ad una estremità libera di detto braccio robotico (3) e
comprendente:

10 - un emettitore (40) configurato per emettere almeno un primo raggio
(r_1) laser lungo una direzione di emissione (4a),

- un diffusore (41) interferente con detta direzione di emissione (4a) e
configurato per suddividere detto primo raggio (r_1) in una pluralità di
secondi raggi (r_2) estendentisi radialmente a detta direzione di
emissione (4a),

15 - un convogliatore (42) configurato per convogliare lungo una
direzione di convogliamento (4b) un filamento (11) metallico definente
un proprio primo diametro (d_1), ed

20 - almeno un collimatore (43) configurato per focalizzare detti secondi
raggi (r_2) lungo rispettive direzioni di collimazione (4c) convergenti
verso detta direzione di convogliamento (4b) su di un substrato (10)
distanziato, rispetto a detto collimatore (43), lungo detta direzione di
convogliamento (4b) così da realizzare una zona di collimazione (43a)
anulare determinata dal contatto tra detti secondi raggi (r_2) e detto
substrato (10), definente un secondo diametro (d_2) ed atta a
25 circondare detto filamento (11), ed

- un dispositivo di supporto (101) includente detto substrato (10),

caratterizzato dal fatto che

- detto dispositivo di supporto (101) comprende ulteriormente:

- una seconda base (2') solidale a detta prima base (2), ed

5 - un secondo braccio robotico (3') labilmente vincolato a detta seconda base (2'),

e **dal fatto** che

- detto substrato (10) è solidale ad una estremità libera di detto secondo braccio robotico (3') in modo tale da essere movimentato, rispetto a detta seconda base (2')

10 da detto secondo braccio robotico (3').

2.Sistema (100) secondo la rivendicazione 1, in cui detta macchina (1) comprende una unità di comando (5) operativamente connessa a detto braccio robotico (3) e detta testa (4) e configurata per comandare la movimentazione di detta testa (4) per mezzo di detto braccio robotico (3) rispetto a detta base (2), detto
15 dispositivo di supporto (101) comprende una seconda unità di comando (5') operativamente connessa a detto secondo braccio robotico (3') e detto substrato (10) e configurata per comandare la movimentazione di detto substrato (10) per mezzo di detto secondo braccio robotico (3') rispetto a detta seconda base (2'), dette unità di comando (5, 5') essendo reciprocamente operativamente connesse in
20 modo tale da coordinare la movimentazione reciproca tra detta testa (4) e detto substrato (10) durante la realizzazione di un manufatto.

3. Sistema (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta unità di comando (5) è configurata per variare, a comando, dette direzioni di collimazione (4c) e/o dette unità di comando (5, 5') sono configurate per variare la
25 distanza reciproca lungo detto asse di convogliamento (4b) in modo tale da dilatare

detto secondo diametro (d_2) in relazione a detto primo diametro (d_1).

4. Sistema (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto collimatore (43) comprende una corona circolare avvolta sviluppantesi attorno a detta direzione di emissione (4a) ed includente una o più lenti di focalizzazione
5 inclinabili per modificare dette direzioni collimazione (4c).

5. Sistema (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta unità di comando (5) comprende almeno un primo modulo di regolazione (50), azionabile manualmente, configurato per consentire la traslazione di detta zona di collimazione (43a) lungo un primo asse di traslazione (5a) perpendicolare a detta
10 direzione di convogliamento (4b) ed un secondo modulo di regolazione (51), azionabile manualmente, configurato per consentire la traslazione di detta zona di collimazione (43a) lungo un secondo asse di traslazione (5b) perpendicolare a detto primo asse di traslazione (5a).

6. Sistema (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui
15 detto emettitore (40) e detto convogliatore (42) sono almeno in parte coassiali e detta direzione di convogliamento (4b) e detta direzione di emissione (4a) sono reciprocamente allineate.

7. Sistema (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto convogliatore (42) comprende una bobina su cui è arrotolato detto filamento
20 (11), un modulo di raddrizzamento (420) configurato per orientare detto filamento (11) lungo detta direzione di convogliamento (4b), un traina-filo operativamente connesso a detta a detta unità di comando (5) e configurato per convogliare detto filamento (11) da detta bobina a detto modulo di raddrizzamento (420), ed un ugello (421) attraverso il quale detto filamento (11) fuoriesce da detto convogliatore (42).
25 Per essere depositato su detto substrato (11) attraversando detta zona di

collimazione (43a).

8. Sistema (100) secondo la rivendicazione 7, in cui detta testa (4) comprende un telaio (44) includente detto diffusore (41), detto collimatore (43) è solidalmente vincolato a detto telaio (44) e detto modulo di raddrizzamento (420) 5 comprende un condotto attraverso il quale detto filamento (11) transita ed è removibilmente connesso a detto telaio (44) per mezzo di un mandrino.

9. Sistema (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta unità di comando (5) comprende mezzi sensori configurati per rilevare l'inclinazione relativa tra detta direzione di convogliamento (4b) ed una direzione 10 predeterminata e detta unità di comando (5) è configurata per bloccare detto convogliatore (42) ogniqualvolta detta inclinazione relativa supera un valore soglia predeterminato.

10. Sistema (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta macchina (1) comprende mezzi di schermatura (6) disposti, in uso, tra 15 detto collimatore (43) e detto substrato (10) e configurati per isolare detto collimatore (43), detto diffusore (41) e detto emettitore (40) rispetto ad un ambiente esterno e per consentire il passaggio almeno di detti secondi raggi (r_2).

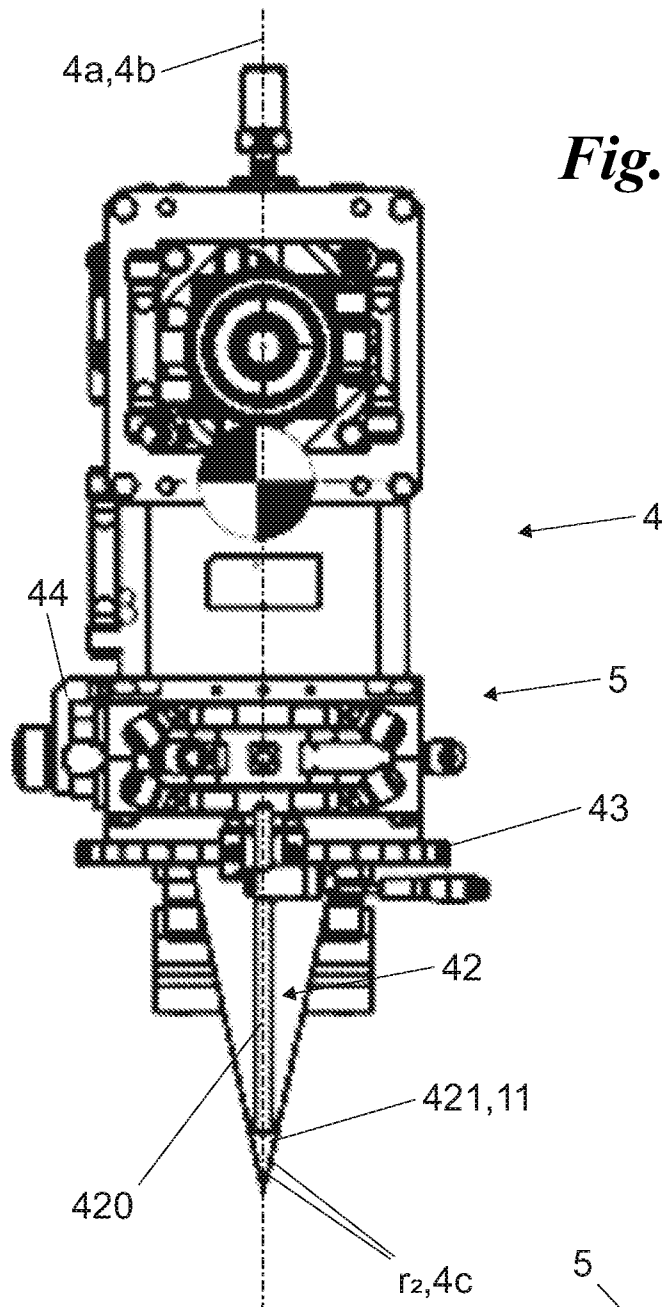


Fig. 2

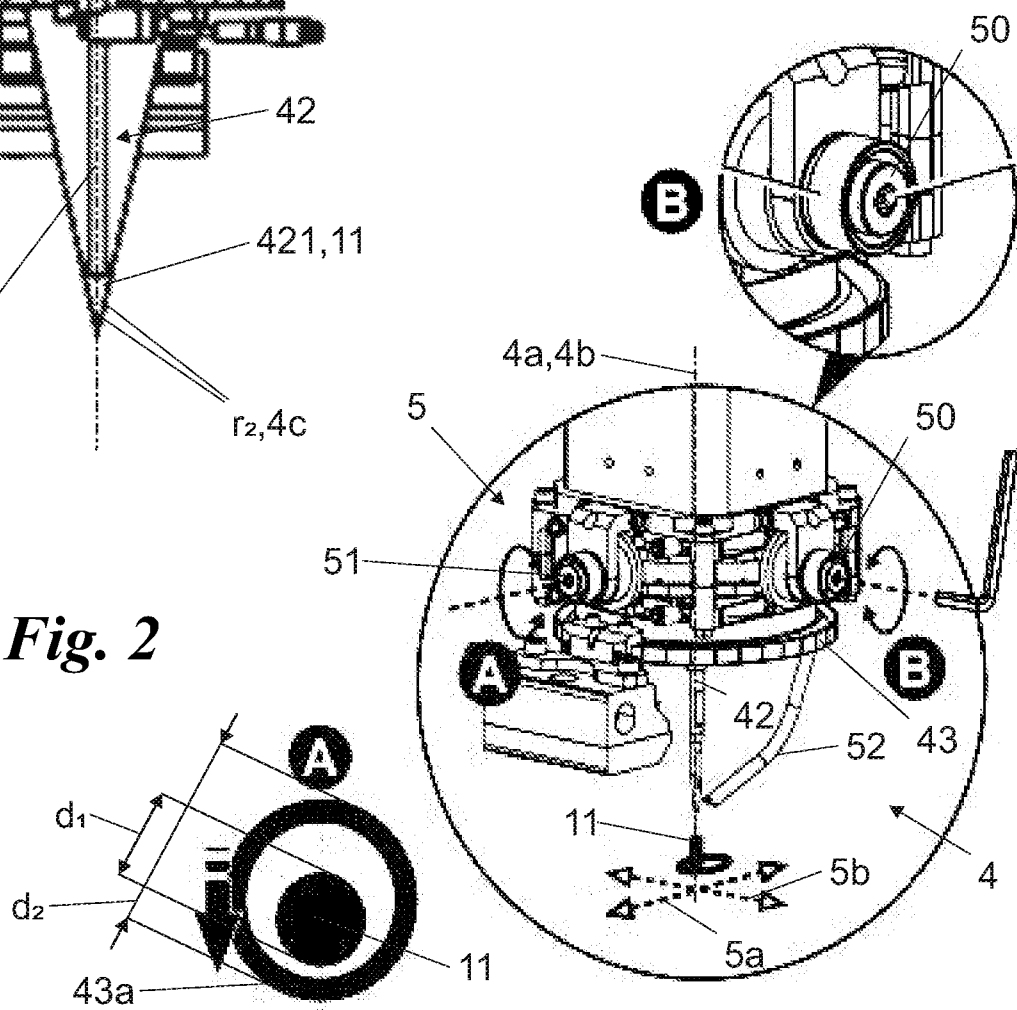


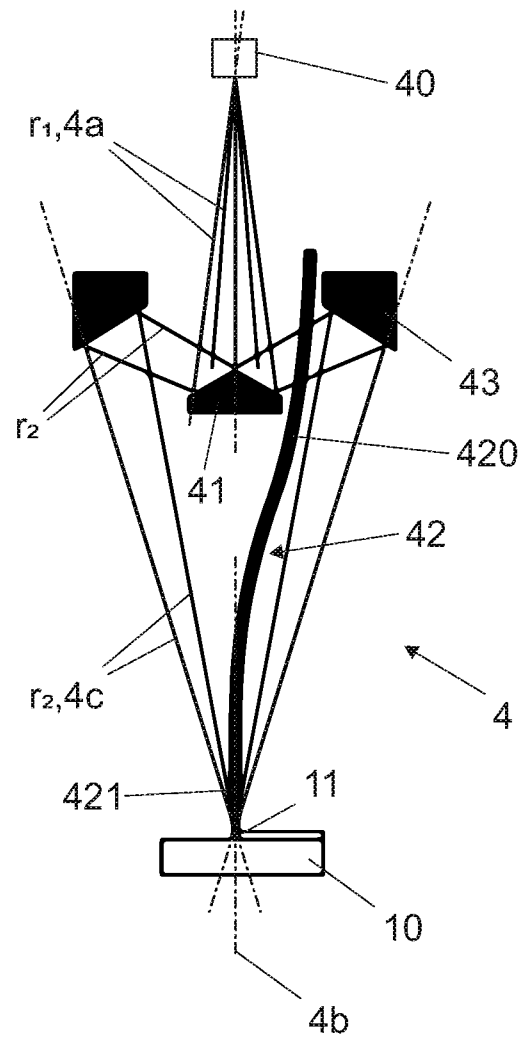
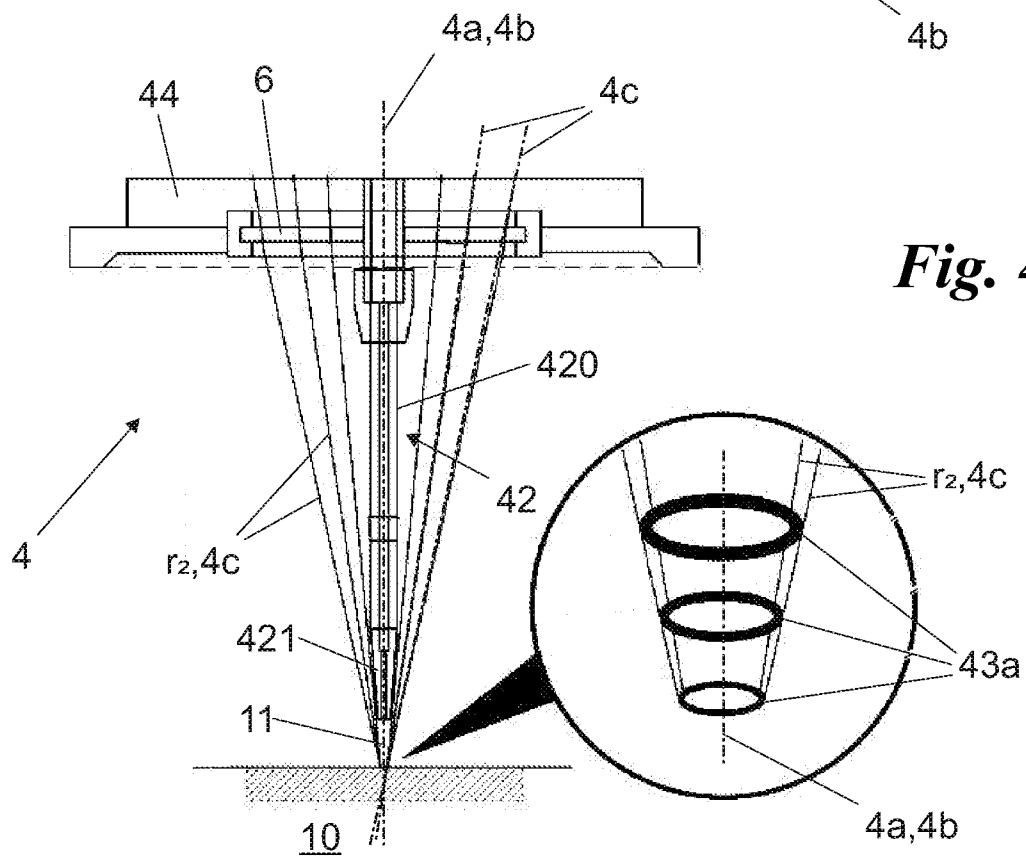
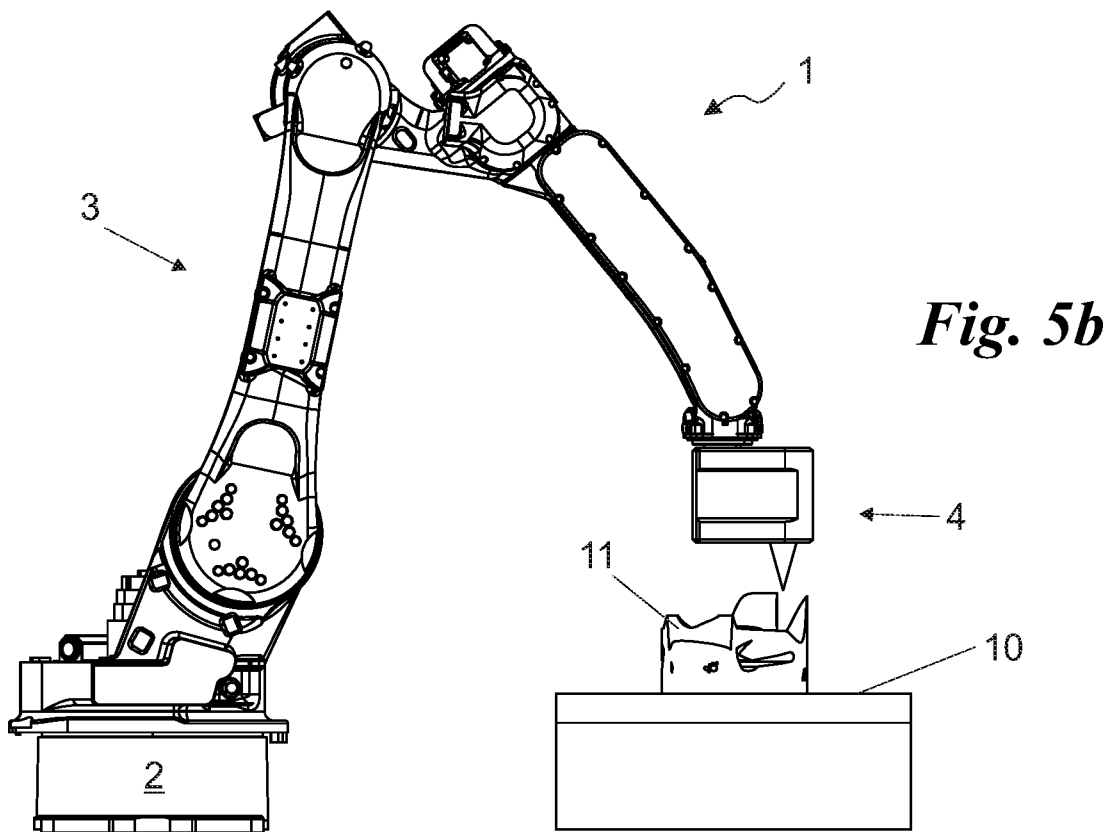
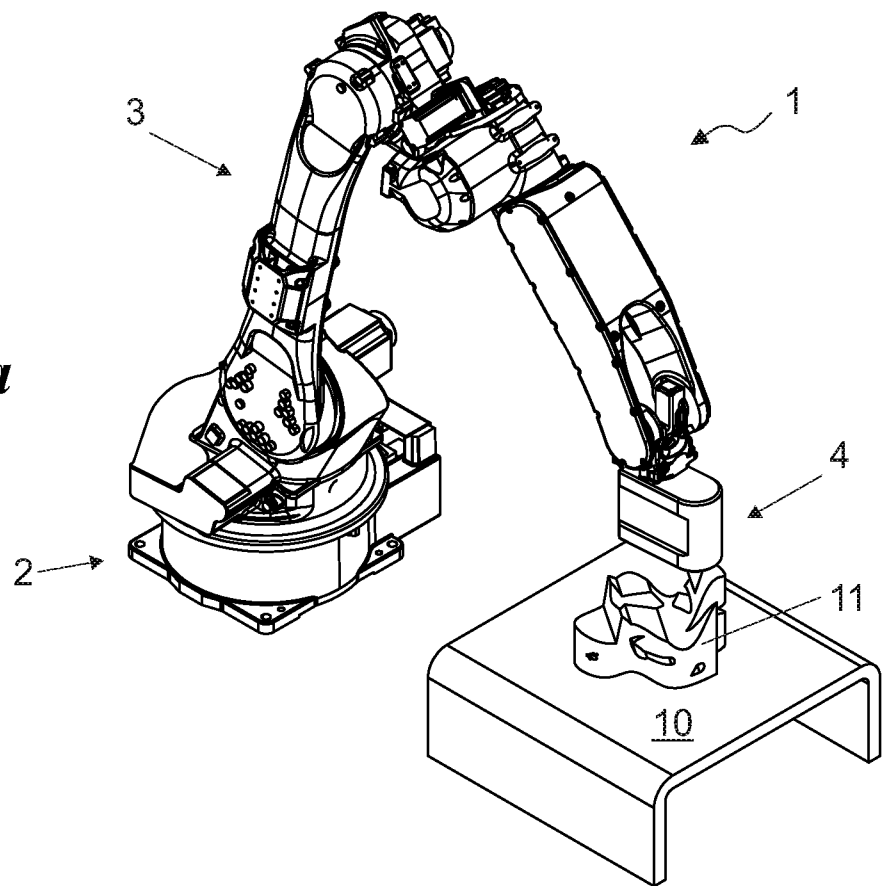
Fig. 3**Fig. 4**

Fig. 5a

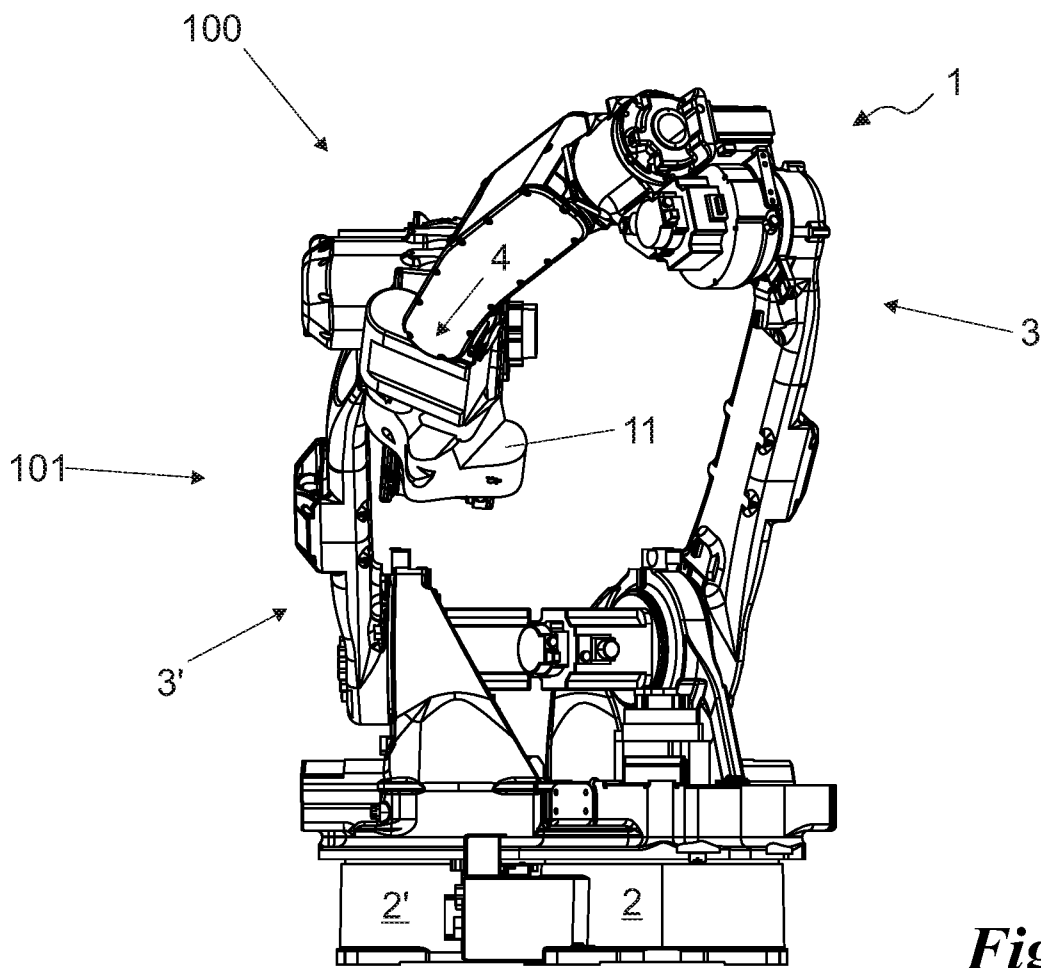
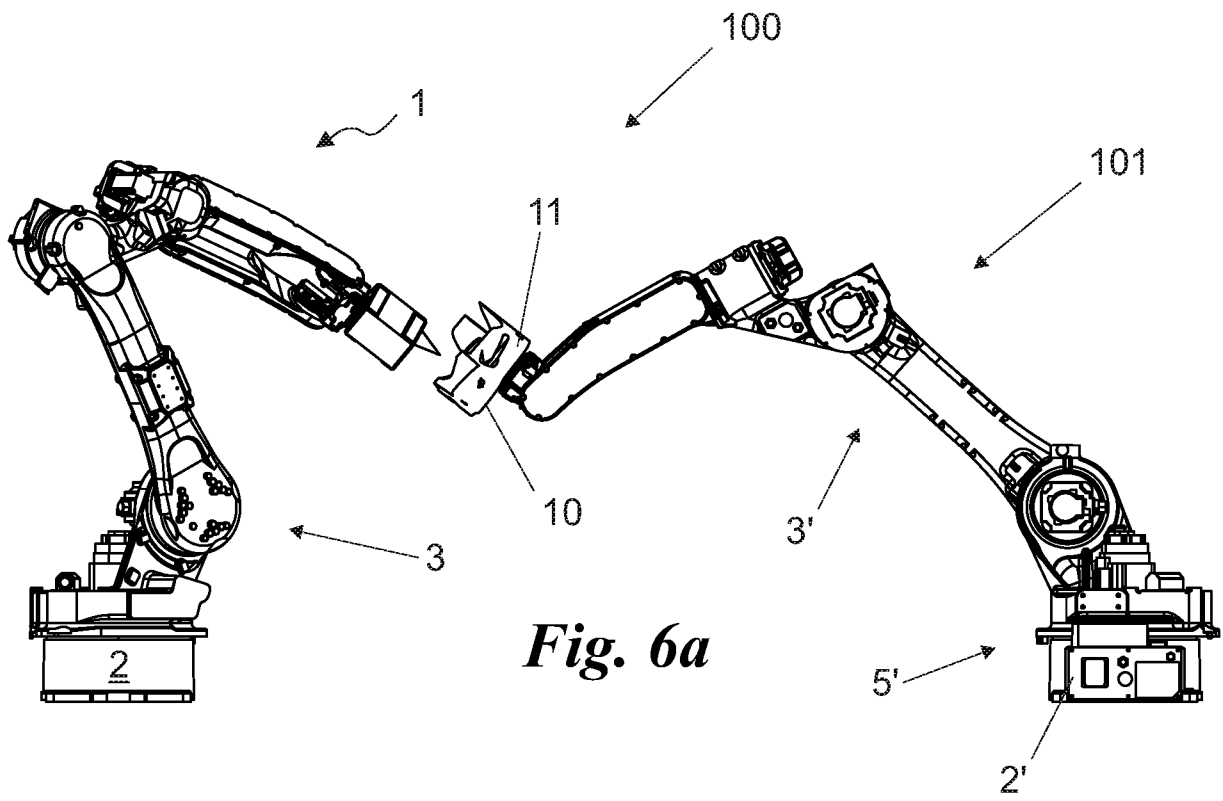


Fig. 7a

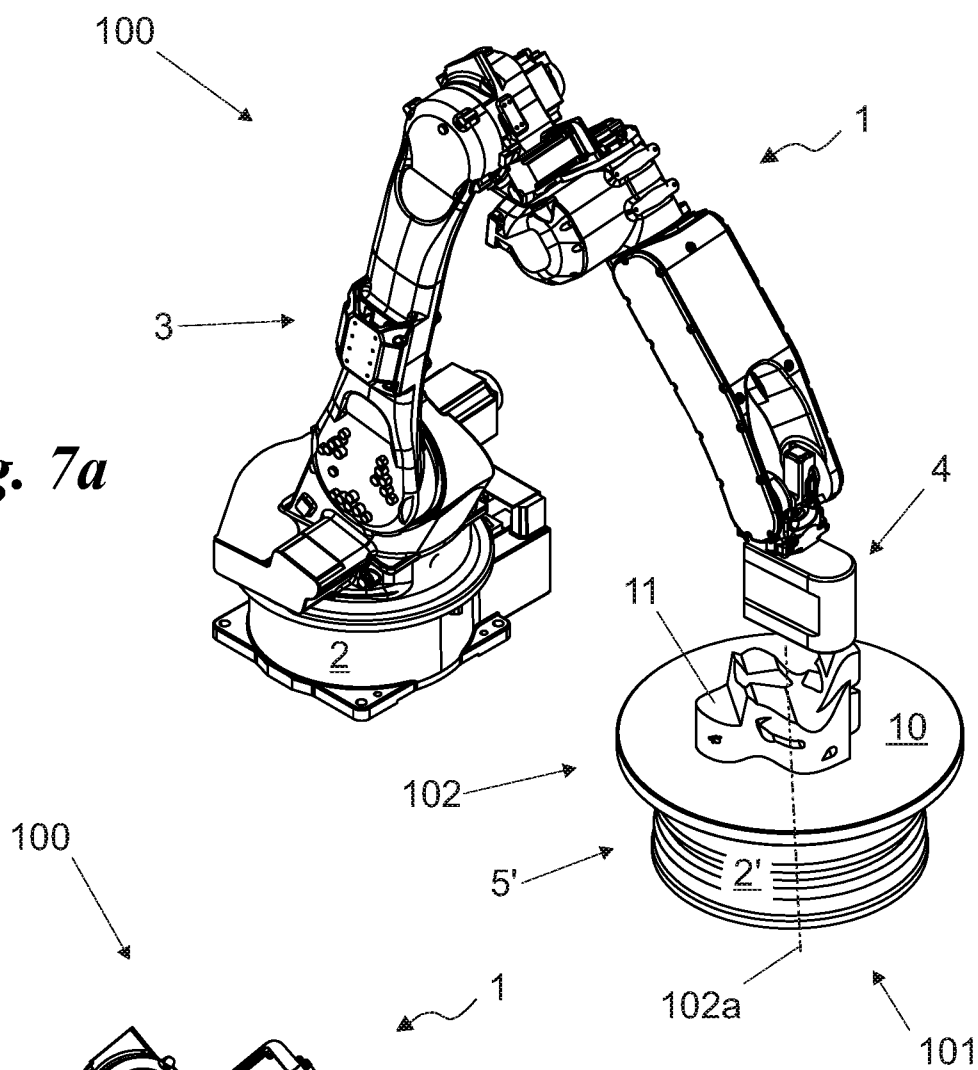


Fig. 7b

