



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102015000087796
Data Deposito	24/12/2015
Data Pubblicazione	24/06/2017

Classifiche IPC

Titolo

APPARECCHIATURA DI STAMPA TRIDIMENSIONALE E RELATIVO PROCEDIMENTO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Apparecchiatura di stampa tridimensionale e relativo procedimento"

di: Solido3D s.r.l., nazionalità Italiana,
Via di San Tommaso d'Aquino, 47 - 00136 ROMA, Italia

Inventore designato: Filippo MORONI

Depositata il: 24 dicembre 2015

* * *

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo tecnico

La presente descrizione si riferisce alle tecniche di stampa tridimensionale di prodotti tridimensionali per solidificazione tramite radiazione luminosa di strati successivi di un liquido di accrescimento comprendente un foto-polimero solidificabile da detta radiazione luminosa, comprendente: una vasca di accrescimento del prodotto di stampa per contenere detto liquido di accrescimento; un attuatore associato ad un piano di stampa atto a movimentare il prodotto di stampa durante l'accrescimento in detta vasca di accrescimento dopo la solidificazione per strati successivi; una sorgente radiante nello spettro del visibile affacciata a detta parte di fondo per emettere detta radiazione luminosa.

Varie forme di attuazione possono essere applicate a un sistema di stampa tridimensionale che comprende di interagire con un server remoto di modelli digitali tridimensionali.

Sfondo tecnologico

Sono noti gli apparati di stampa tridimensionale che operano la stampa di prodotti di stampa tridimensionali in materiale plastico tramite tecniche di deposizione additiva

di materiale plastico estruso a temperatura termoplastica che solidificano sequenze crescenti di strati il cui disegno corrisponde a sezioni progressive del prodotto di stampa secondo i modelli tridimensionali immagazzinati su elaboratori che pilotano il processo di stampa tridimensionale.

In particolare sono noti gli apparati di stampa tridimensionale che impiegano tecniche di fotopolimerizzazione, che prevedono di esporre una vasca di liquido di accrescimento comprendente foto-polimero ad una radiazione luminosa in modo controllato: il fotopolimero di accrescimento presente allo stato liquido - per effetto della catalizzazione indotta dall'esposizione ad una specifica radiazione luminosa - polimerizza (ovvero passa allo stato solido) nelle aree dove è stato illuminato. Un piano di stampa immerso nella vasca di accrescimento può - ad esempio - traslare verso l'alto o verso il basso, in funzione del posizionamento della sorgente luminosa, lasciando che un nuovo strato di accrescimento liquido ricopra lo strato appena solidificato. Viene quindi effettuata una nuova illuminazione secondo la sezione seguente del prodotto di stampa. Dopo un determinato numero di iterazioni semplici o complesse (illuminazione/traslazione/illuminazione...) il prodotto di stampa o modello fisico con tutte le proprie sezioni di distanza pari all'altezza di un singolo strato di accrescimento, si definisce completato. Tale procedimento di per sé noto viene definito ad esempio DLP (Digital Light Processing). In generale il piano di stampa può essere portato sul fondo della vasca di accrescimento alla distanza pari ad uno strato di accrescimento: tale piano che viene detto 'irradiante' è noto anche come 'piano zero'. Tale strato

viene solidificato, quindi il piano di stampa viene traslato di una distanza pari a uno strato di accrescimento, il cui spazio corrispondente viene riempito da nuovo liquido di accrescimento.

In generale, in tali sistemi viene impiegata una tecnologia a proiezione di sequenze di immagini-maschera che corrispondono alla scomposizione per piani paralleli equidistanti, o fette (slice): detta operazione di scomposizione è nota come 'slicing'. Ciascuna fetta viene convertita in un immagine-maschera bidimensionale. L'immagine maschera viene quindi proiettata sulla superficie del liquido di accrescimento, ossia il fotopolimero solidificabile: quindi la luce proiettata sul liquido solidifica le parti irradiate. Al contrario le parti mascherate - mancando la condizione necessaria di prossimità ad un pixel acceso della matrice e pertanto non irradiate - rimangono inalterate, ovvero allo stato liquido.

La radiazione luminosa impiegata è usualmente emessa da una sorgente a ultravioletti, ad esempio un pennello UV o da una matrice raster, che solidifica un percorso o punti dello strato di accrescimento. Sono note anche applicazioni di sorgenti luminose nello spettro del visibile che necessitano dell'impiego di resina polimerica fotoattivata da luce emessa nello spettro del visibile per essere utilizzato come liquido di accrescimento. Tale resina polimerica o foto polimero, a titolo di esempio può comprendere un fotoiniziatore che si attiva a lunghezze d'onda superiori a 400 nm, tale preparazione liquida fotopolimerica contenendo ad esempio fotoiniziatori come fosfinossidi aromatici quali bisacilfosfinossido o più

composti metallocenici. Composti di questo tipo sono descritti ad esempio in WO 2006/079788.

Le sorgenti luminose nel visibile possono essere costituite da schermi di visualizzazione di immagini di maschera, che sostanzialmente ad esempio mostrano su un display la sezione da solidificare tramite un'immagine di maschera nera dove il liquido non va solidificato e bianca dove esso va solidificato: tali apparecchiature sfruttano una matrice LCD - che descrive con una frequenza data (frame rate) la maschera - è controllata da un dispositivo esterno e da una scheda esterna, e sono illuminate da una seconda matrice luminosa retrostante LED.

Le apparecchiature note appena descritte presentano tuttavia alcuni inconvenienti:

- hanno infatti bisogno di apparecchiature dedicate che richiedono un elaboratore esterno per gestire il modello tridimensionale digitale e pilotare le fasi di stampa, in particolare la necessità di software dedicato alla post-elaborazione del modello 3D tale per cui le geometrie possano essere tramutate in codice macchina i cui set sono a carico dell'utente;
- l'angolo di incidenza dovuto alla sequenza di elementi ottici rappresentati da sorgente luminosa - matrice RGB LED - il piano di proiezione crea un notevole effetto di sfocatura a causa delle interazioni gaussiane proprie della luce riflessa e non assorbita, e in particolare una diffrazione del canale del bianco, che è riconoscibile guardando lateralmente le aree di pixel nere di uno schermo LED, che diventano chiare;

- l'impossibilità della tecnologia LCD con matrice luminosa retrostante LED di garantire un nero

assoluto in quanto questo ottenuto, punto per punto della matrice, da un LED bianco pieno filtrato dalla massima opposizione dei cristalli liquidi, in quanto si tratta di una tecnologia impossibilitata per sua natura a spegnere un singolo LED. Nella tecnologia LCD con matrice luminosa retrostante LED la potenza massima nella frequenza del bianco (massima irradianza) e la massima espressione di nero profondo, anche in condizione di massimo contrasto, di fatto sono un grigio chiaro ed un grigio scuro, pertanto poco efficienti nel caso della fase di induzione alla catalizzazione (curing incompleto) o inquinante di luce nel caso della fase di neutralità del pixel (curing indesiderato).

Scopo e sintesi

Le forme di attuazione qui descritte hanno lo scopo di migliorare le potenzialità delle apparecchiature e dei procedimenti secondo la tecnica nota come discussi in precedenza.

Varie forme di attuazione raggiungono tale scopo grazie ad un apparecchiatura di stampa tridimensionale avente le caratteristiche richiamate nelle rivendicazioni che seguono. Varie forme di attuazione possono riferirsi anche a corrispondenti procedimenti di stampa tridimensionale così come possono riferirsi ad un prodotto informatico, caricabile nella memoria di almeno un computer (ad es. un terminale in una rete) e comprendente porzioni di codice software adattate per eseguire i passi del procedimento nel momento in cui il programma viene eseguito su almeno un computer. Come qui utilizzato, tale prodotto informatico è inteso essere equivalente ad un mezzo leggibile da computer contenente istruzioni per controllare

il sistema informatico in modo da coordinare l'esecuzione del procedimento secondo l'invenzione. Il riferimento ad "almeno un computer" è inteso sottolineare la possibilità per la presente invenzione di essere implementata in una forma modulare e/o distribuita. Le rivendicazioni formano una parte integrale degli insegnamenti tecnici qui somministrati in relazione all'invenzione.

Breve descrizione delle figure

Varie forme di attuazione saranno ora descritte, a puro titolo di esempio, con riferimento alle figure annesse, in cui:

- la Figura 1 mostra una vista prospettica dell'apparecchiatura di stampa tridimensionale nel suo complesso;;
- la Figura 2 mostra una vista prospettica esplosa di parti dell'apparecchiatura di stampa tridimensionale di Figura 1;
- la Figura 3 mostra una vista prospettica esplosa di un'ulteriore parte dell'apparecchiatura di stampa tridimensionale di Figura 1;
- la Figura 4 mostra schematicamente moduli di controllo dell'apparecchiatura di figura 1 nel contesto di un'architettura di stampa tridimensionale;
- la Figura 5 mostra un diagramma di flusso relativo a una procedura di stampa dell'apparecchiatura di figura 1;
- la Figura 6 mostra un diagramma temporale di segnali inviati nell'ambito della procedura di stampa di Figura 5;

- la Figura 7 mostra un diagramma di flusso relativo a una procedura di stampa da remoto dell'architettura di Figura 4.

Descrizione dettagliata

Nella descrizione che segue vengono forniti numerosi dettagli specifici al fine di consentire la massima comprensione delle forme di attuazione esemplificative. Le forme di attuazione possono essere messe in pratica con o senza dettagli specifici, oppure con altri procedimenti, componenti, materiali, etc. In altre circostanze, strutture materiali od operazioni ben noti non sono mostrati o descritti in dettaglio per evitare di mettere in ombra aspetti delle forme di attuazione. Il riferimento nel corso di questa descrizione ad "una forma di attuazione" significa che una particolare peculiarità, struttura o caratteristica descritta in connessione con la forma di attuazione è compresa in almeno una forma di attuazione. Dunque, il ricorrere della frase "in una forma di attuazione" in vari punti nel corso di questa descrizione non è necessariamente riferito alla stessa forma di attuazione. Inoltre, le particolari peculiarità, strutture o caratteristiche possono essere combinate in un qualunque modo conveniente in una o più forme di attuazione.

Le intestazioni ed i riferimenti sono qui forniti solo per convenienza del lettore e non definiscono la portata od il significato delle forme di attuazione.

In breve, la soluzione qui descritta si riferisce a una apparecchiatura di stampa tridimensionale di prodotti tridimensionali per solidificazione tramite radiazione luminosa di strati di accrescimento successivi che comprende una porzione di pilotaggio della stampa che è configurata per alloggiare un terminale per comunicazioni

mobili comprendente uno schermo di visualizzazione disposto con tale schermo affacciato alla parte di fondo della vasca di accrescimento, il foto-polimero essendo di tipo solidificabile dalla radiazione luminosa emessa da detto schermo, in particolare da una radiazione nel campo della luce visibile.

In figura 1 è mostrata un'apparecchiatura di stampa tridimensionale 10 in vista prospettica in una configurazione assemblata, o chiusa, che viene assunta durante l'esecuzione del processo di stampa.

In tale configurazione l'apparecchiatura di stampa 10 comprende una porzione superiore attuatrice 11 calzata o impilata su una porzione mediana di vasca 12, che a sua volta poggia su una porzione inferiore di pilotaggio 13, nella quale entra un cavo di alimentazione 14, che può anche trasportare un segnale digitale oltre che di alimentazione elettrica, ad esempio un cavo USB. La porzione inferiore di pilotaggio 13 ha sagoma nel piano orizzontale XY in pianta di parallelogramma, in particolare rettangolo, nell'esempio descritto, e comunque simile alle parti 12 ed 11, come meglio spiegato nel seguito con riferimento a Figura 2, ed internamente alla sagoma di un terminale per comunicazioni mobili 15, rispetto al quale ha dimensioni del rettangolo lievemente maggiori in modo da permettere di alloggiare tale terminale 15 al suo interno.

L'altezza della porzione inferiore di pilotaggio 13 lungo l'asse Z è pure sostanzialmente paragonabile a quella di un terminale mobile 15, lievemente maggiore in modo da permettere di alloggiare tale terminale 15 al suo interno. Le porzioni 12 e 11 impilate sulla porzione inferiore di pilotaggio 13 hanno perimetri esterni nel piano orizzontale XY preferibilmente corrispondenti, ancorché altezze in

direzione Z molto maggiori, sicché l'apparecchiatura di stampa 10 si presenta in configurazione assemblata come un parallelepipedo con pareti verticali lungo l'asse Z prive di pronunciate discontinuità. Il perimetro esterno presenta, nell'esempio non limitativo mostrato, spigoli smussati, ossia i lati del rettangolo sono connessi da archi di cerchio. Naturalmente, poiché si tratta del perimetro esterno, è possibile che gli angoli smussati non siano presenti e gli spigoli del parallelepipedo siano vivi, o viceversa, gli angoli di smusso abbiano maggiore raggio.

In figura 2 è mostrata una vista esplosa della porzione di vasca 12 e della porzione inferiore di pilotaggio 13. La porzione di vasca 12, che, come indicato, ha forma parallelepipedica, comprende al suo interno un foro passante rettangolare tra la faccia superiore e la faccia inferiore della porzione di vasca 12, ossia tra le facce orizzontali del parallelepipedo, che definisce una vasca di accrescimento 121. Tale vasca di accrescimento 121 avendo una profondità o altezza molto superiore all'altezza del liquido di accrescimento che contiene, ha anche la funzione di oscurare dal disturbo di una eventuale foto-illuminazione ambientale che potrebbe interferire con la resina e/o con la proiezione luminosa dallo schermo 151 su un piano di stampa 114.

Tale vasca di accrescimento 121 è chiusa in corrispondenza della faccia inferiore della porzione di vasca 12 da una membrana 122, eventualmente amovibile per lavaggio e/o sostituibile, che opera da fondo di detta vasca di accrescimento 121, che altrimenti, come detto, sarebbe aperta anche verso il basso. In corrispondenza della faccia superiore della porzione di vasca 12, la vasca

di accrescimento 121 è invece aperta, presentando quindi un'apertura rettangolare 123. Dunque, la vasca di accrescimento 121 è associata alla membrana 122 in materiale plastico trasparente o traslucido, ad esempio in polietilene, politetrafluoroetilene (PTFE) o resina siliconica, eventualmente dotato di capacità polarizzatrice, posta sul suo fondo a protezione del display 151 del terminale mobile 15 dell'utente ed è atta a contenere un liquido di accrescimento, ossia una resina di stampa destinata alla formazione del prodotto di stampa.

La membrana 122 interposta al display 151 oltre a proteggerlo, tramite la sua flessibilità/elasticità risolve inoltre il noto problema - comune a tutte le altre stampanti a fotopolimero - di adesione tra il polimero solidificato ed il piano stesso. Essa infatti facilita il distacco della superficie inferiore della vasca 121 del prodotto di stampa in accrescimento per effetto del distacco lineare (progressivo) e non planare (contestuale) del prodotto di stampa da tale superficie inferiore a stretto contatto col terminale mobile 15.

A tale riguardo, il liquido di accrescimento, ossia la resina o fotopolimero, allo stato liquido, ha proprietà di coesione forte e di adesione debole. Al trasformarsi della resina da stato liquido a stato solido, le proprietà di coesione e adesione si invertono e pertanto alla diminuzione di forza di coesione corrisponde una adesione molto forte, caratteristica tipica - ad esempio - di molte resine bi-componenti utilizzate nel mondo dei compositi (ad esempio alla tecnica di infusione di resina RTM, Resin Transfer Molding). Poiché il nuovo strato solidificato si viene a trovare tra due superfici a distanza molto ravvicinata, ossia la dalla superficie di resina

precedentemente solidificata e la superficie di irraggiamento, ossia il piano zero o superficie rivolta verso il basso del piano di stampa 114, questa determina un effetto di incollaggio a livello chimico-molecolare su entrambe le superfici, effetto desiderato verso la superficie appartenente al precedente strato o layer di accrescimento, ma invece indesiderato verso la superficie del piano di stampa 114 al di sopra della membrana 122. Inoltre, a causa del fenomeno fisico di pellicolazione tra due superfici prossime, la tensione superficiale della resina crea un ulteriore effetto di opposizione (effetto ventosa).

Per vincere queste due forze che resistono entrambe al distacco del piano di stampa dalla membrana 122, la membrana 122 stessa è realizzata con un materiale a bassissimo coefficiente di bagnabilità, ovvero in materiale con superficie antiaderente. Inoltre tale membrana 122 è flessibile. A titolo di esempio, tale membrana 122 ad esempio è dimensionata e tensionata per flettersi nel suo punto centrale almeno oltre due spessori di strato di accrescimento, considerando uno strato di accrescimento con spessore fra 1 e 3mm, quindi almeno oltre 0,2mm. Si fa qui riferimento a uno smartphone con schermo di 12 x 6 cm. In forme varianti dell'apparecchiatura di stampa la membrana 122 è flessibile al centro fra 2 e 100 spessori di strato di accrescimento. In ulteriori forme varianti dell'apparecchiatura la flessibilità della membrana 122 è fra 2 e 40 spessori di strato, in ulteriori forme varianti fra 5 e 40 spessori di strato, in ulteriori forme varianti fra 0,2 mm e 3mm. La flessione della membrana 122 determina il distacco progressivo dello strato solidificato. Similmente a ciò che avviene nello

srotolamento del nastro adesivo, affrontando il distacco su un solo fronte che avanza e con un angolo maggiore di 0° tra le superfici, è possibile separare il film di resina appena solidificato con poco sforzo. Al contrario, qualora si volesse distaccare l'intera superficie contemporaneamente e con angolo di incidenza pari a 0° , tenderei a spostare l'intero piano con fortissima opposizione adesiva di quest'ultimo.

Secondo una forma variante della soluzione qui descritta è previsto che il liquido di accrescimento, ossia la resina, che usualmente viene versata nella vasca 122 - in quantità misurata - da un flacone che in generale contiene una grande quantità di resina per più processi di stampa, sia fornita in una confezione con quantità predosata in formato cartuccia o blister, ossia un contenitore di forma atta a essere inserita nella vasca di accrescimento 121 in corrispondenza della sua apertura inferiore affacciata verso la porzione di pilotaggio 13 e il terminale 15, il cui fondo è costituito dalla membrana 122 flessibile. In questo caso la confezione in formato cartuccia o blister e la membrana 122 sono monouso.

La porzione inferiore di pilotaggio 13 comprende invece un supporto 131, in forma di cornice rettangolare, sulla cui faccia superiore è previsto un risalto 132 che corre lungo tutta detta cornice rettangolare 131. Il risalto 132 ha una larghezza e altezza tali da vincolare il corretto accoppiamento con l'elemento 12 ed ospitare all'interno del suo perimetro minore, che delimita un'area 133, un terminale mobile 15, sempre in forma di cornice rettangolare, con dimensioni adatte per il supporto e alloggiamento del terminale mobile 15, quando esso vi venga appoggiato in posizione orizzontale, ossia con il proprio

piano principale nel piano orizzontale XY, avendo la propria faccia inferiore, quella che non ospita lo schermo di visualizzazione 151, alloggiata all'interno dell'area 133, e tale schermo 151 rivolto verso l'interno della camera di accrescimento (ad esempio verso l'alto), in modo da essere affacciato, in posizione assemblata e a contatto con faccia esterna della superficie della membrana 122. Una scanalatura ribassata 134 nel risalto 132, in figura su uno dei lati corti di tale risalto 132, permette il collegamento del terminale mobile al cavo di alimentazione/dati 14. Il terminale mobile 15, quando ospitato nel supporto 131 definisce insieme ad essa la porzione inferiore di pilotaggio 13, che provvede sia le immagini per impressionare e solidificare corrispondenti strati di accrescimento LA_i di fotopolimero nella vasca di accrescimento 121, i essendo l'indice dell' i -esimo strato in una sequenza di strati incrementali LA_i, LA_{i+1} che compongono nel loro complesso il prodotto di stampa tridimensionale, sia i comandi di pilotaggio per la porzione attuata 11 traslante verticalmente, in particolare comandi di attuazione SA per movimentare il piano di stampa 114 che trasla in modo coordinato ed alternato con le fasi di solidificazione degli strati di accrescimento LA_i tramite illuminazione dallo schermo 151.

Sono inoltre previsti movimenti ulteriori in oltre corsa, rispetto alla quota degli strati di accrescimento LA_i dedicati al perfetto distacco del piano 114 e per permettere al fotopolimero di poter fluire agevolmente nell'area dedicata al successivo strato di stampa.

L'area 133 che ospita il terminale 15 è dimensionata per alloggiare un terminale 15 incluso il telaio intorno allo schermo 151, quindi ha dimensioni maggiori rispetto

alla membrana 122. La cornice 133 è preferibilmente dimensionata per alloggiare fino al terminale mobile 15 più grande in una determinata categoria di terminali mobili adatti ad essere integrati nell'apparecchiatura di stampa 10 e può essere sagomata per specifici apparecchi.

All'interno dell'area 133, che corrisponde preferibilmente a un'apertura passante, ossia priva di fondo, nella cornice 131, è inserito un cuscino 133a rettangolare di forma corrispondente a quella dell'area 133. Tale cuscino 133a ha funzioni di stabilizzazione del terminale mobile 15 rispetto alla membrana 122, nonché di smorzamento delle vibrazioni sul terminale mobile 15 e di anti-scivolo rispetto alla superficie su cui poggia l'apparecchiatura di stampa 10. A questo scopo, come mostrato in figura, può comprendere delle areole 133b o bolle in materiale anti-urto e/o antiscivolo, quale gomma o neoprene. Il cuscino 133a a sua volta può essere in materiale antiurto e/o antiscivolo.

Tali apparecchi sono comunemente riuniti per categorie a seconda della dimensione: tali categorie sono comunemente denominate smart-phone, tablet-pc, mobile-pc, convertible-pc, ecc. Ognuna di queste categorie è accomunata dal fatto che i dispositivi mobili di riferimento abbiano integrati un monitor, un sistema operativo, una scheda grafica, la possibilità di connessione remota via Wi-fi /Bluetooth/usb/sim/ethernet ecc., la possibilità di riprodurre suoni, possano funzionare a batteria e siano distinte tra di loro per dimensione e l'associazione o meno di una tastiera fisica (in sostituzione o aggiunta di quella a schermo touch). In caso di terminali mobili più piccoli, essi potranno essere ospitati a mezzo dell'adattatore disposto nell'area 133. In caso di terminali mobili di dimensioni

maggiori dell'apparecchiatura di stampa tridimensionale 10, soprattutto nel piano orizzontale, tale apparecchiatura 10 può comprendere una parte di pilotaggio 13 ridotta al terminale 15 e a un supporto comprendente il cuscino 133a per la stabilizzazione del terminale mobile 15, al di sotto del quale viene posto, e, eventualmente, a mezzi di fissaggio della vasca di accrescimento 12, quali ad esempio ventose sul bordo inferiore della vasca, o tamponi adesivi e/o in materiale antiscivolo per fissare il bordo della vasca 12 e/o la membrana 122 allo schermo 151. Il terminale mobile 15 può però fuoriuscire in dimensioni dello schermo dalle dimensioni massime accettate dalla dimensione della membrana 122, senza per questo pregiudicare il funzionamento della macchina in alcun modo: l'effetto finale è semplicemente che l'area massima stampabile - definendo tale area per le proprie dimensioni in larghezza e profondità (X-Y) - è uguale o minore dell'area nativa dello schermo. Pertanto si intendono alla presente rivendicazione 'terminali mobili' non solo i terminali noti come 'smartphone' ma anche quelli definiti 'tablet' e simili (come precedentemente descritti) fatte salve le caratteristiche tecniche precedentemente enunciate quanto a capacità computazionale, di connettività wireless e di rappresentazione a mezzo del display di visualizzazione.

Naturalmente, in forme varianti, l'apparecchiatura di stampa 10 può essere dimensionata con dimensioni, in particolare in pianta, corrispondenti a quelle di terminali mobili più grandi, ad esempio i tablet, che possono avere 10 pollici di diametro dello schermo e oltre, mantenendo la struttura di figura 2, con una porzione 13 comprendente la cornice 131.

Anche la vasca di accrescimento 121 e la membrana 122 sono preferibilmente dimensionati rispetto alle dimensioni dello schermo di maggiori dimensioni di una gamma di terminali mobili compatibili con l'apparecchiatura 10. Infatti terminali mobili con schermi più piccoli semplicemente impressionano un'area più piccola sul fondo della vasca 121 e limitano eventualmente la dimensione massima dei prodotti ottenibili, i terminali con schermi più grandi al contrario non impiegano la propria intera area di visualizzazione, solo una frazione di questa pari o minore all'area della membrana 122.

Il supporto 131 opera da elemento stabilizzatore del terminale mobile 15 e attenuatore di eventuali irregolarità della superfici d'appoggio su cui si pone l'intera apparecchiatura di stampa 10. Esso è configurato, tramite una corrispondente sede, per l'accoglimento dell'eventuale cavo di alimentazione 14 e opera da elemento di chiusura della pila di elementi 11, 12, 13 per ottenere un miglior oscuramento dell'interno della vasca di accrescimento 121.

In figura 3 è mostrata invece in vista esplosa la porzione superiore attuatrice 11. Essa comprende un carter superiore 111, ossia un alloggiamento parallelepipedo a pianta rettangolare analoga a quello della porzione mediana di vasca 12 o inferiore di pilotaggio 13, che comprende una superficie superiore 111a di tetto, mentre la superficie inferiore è aperta, conferendo al carter superiore 111 la forma di una copertura a cappuccio, per permettere di alloggiare in tale carter superiore 111 i rimanenti componenti della porzione attuatrice 11, descritti qui di seguito.

Sulla superficie superiore del carter superiore 111 sono previste fessure 111b in forma di un logo o simbolo

grafico. Al di sotto della superficie superiore 111a del carter superiore 111 è previsto un elemento 112, in forma sostanzialmente di piano con le dimensioni maggiori compatibili per essere inserito nel carter superiore 111 ed affacciato dall'interno alla superficie interna del 111a ed in particolare affacciata all'elemento interno al 111 che comprende sulla sua superficie superiore un elemento traslucido 111c, di forma e posizione da corrispondersi a quella delle fessure 111b, ossia in forma simile al medesimo logo o simbolo, sicché, applicando l'elemento interno 112 insieme a un modulo di attuazione 113 descritto più avanti dal di sotto alla superficie interna 111a di tetto del carter superiore 111, tale elemento traslucido 111c viene a inserirsi in tali fessure 111b, costituendo sostanzialmente uno schermo traslucido inserito in tale superficie superiore 111a di tetto. L'elemento 112 può comprendere altresì LED 112b che possono essere accesi per illuminare porzioni dell'elemento traslucido 111c. Dunque, il complesso di LED 112b, elemento traslucido 112a e fessure 111b definisce un elemento traslucido retroilluminato che, attraverso l'emissione di segnali luminosi, informa l'utente sullo stato del processo in esecuzione all'apparecchiatura di stampa 10, ad esempio attraverso diversi pattern temporali di accensione e spegnimento o di diminuzione d'intensità anche progressiva (fade-in / fade-out) anche attraverso variazione di frequenza on-off o di potenza.

Al disotto dell'elemento interno 112 è previsto un modulo di attuazione 113 che comprende innanzitutto un motore 113a il cui asse 113z ruota lungo un asse verticale e comprende su tale asse verticale un elemento per il trasferimento del moto 113b, in figura una ruota dentata,

ma che può essere alternativamente anche ottenuto tramite un pignone, un sistema di corona e puleggia o una vite senza fine.

Il modulo di attuazione 113 è configurato per movimentare il piano di stampa 114 in senso verticale, ossia ortogonale al piano di stampa. Tale attuazione verticale è particolarmente vantaggiosa nell'apparecchiatura descritta, in quanto permette di posizionare superiormente rispetto al terminale 15 e rispetto alla porzione inferiore di pilotaggio 13 la porzione attuatrice 11. A tal scopo nell'esempio mostrato il modulo di attuazione 113 comprende due viti senza fine 113c, in posizione verticale, all'interno delle quali traslano due rispettivi elementi 113d filettati atti alla traslazione e trasferimento del moto lungo l'asse verticale z e connessi a loro estremo inferiore solidali al piano di stampa 114.

Si noti che l'elemento interno 112 comprende due fori 113e, con funzione di cuscinetto a strisciamento radente, o 'bronzina', in plastica delle viti senza fine 113c, in cui gli estremi superiori, si impegnano quando la porzione attuatrice 11 è assemblata. L'ingranaggio 113b, quando la porzione superiore attuatrice 11 è assemblata, si trova sostanzialmente sulla stessa quota orizzontale delle corone di 117c e trasmette contemporaneamente ad ambedue gli elementi di trasmissione del moto 113d, ponendo in rotazione le due viti senza fine 113c, che, dunque, a seconda del verso di rotazione del motore 113a abbassano e sollevano di pari passo gli estremi inferiori dei loro steli filettati 113d. Tali steli 113d sono connessi a tale estremo inferiore a un piano di stampa 114. Tale piano di stampa 114 è rappresentato da una

piastra rettangolare di forma corrispondente alla sezione della vasca di accrescimento e possono comprendere sulla propria faccia inferiore degli spot elettro-conduttivi 114a che possono essere utilizzati per effettuare l'autoregolazione del livello zero di stampa con display 151 della tipologia 'touch' resistivi o capacitivi. Tale piano di stampa 114, come detto è accoppiato alle viti senza fine 113c in grado di spostarsi sulla perpendicolare al display 151 del terminale mobile 15 lungo l'asse verticale Z ed attuate dal sistema motore 113a/ruota dentata 113b solidale col motore/ruote dentate 113d di riduzione/viti senza fine 113c/steli filettati 113d. Naturalmente può essere impiegato altro sistema elettro/meccanico che sia atto a garantire la traslazione lineare del piano di stampa 114 lungo un asse verticale rispetto al piano orizzontale della vasca 121 e verso lo schermo 151. Sui due lati della porzione attuatrice 11 sono mostrati due comparti batterie 115 con relative batterie 115a che sono posti in corrispondente alloggiamenti 117b su un carter inferiore 117, meglio descritto nel seguito. Tali batterie 115a alimentano il motore elettrico 113a, una scheda elettronica di controllo 118 e le luci LED 112b. Con 118 è indicata la scheda elettronica di controllo del modulo attuatore, le cui funzioni saranno pure meglio dettagliate nel seguito. In figura 3 è visibile un carter inferiore 117, che sostanzialmente comprende un corpo rettangolare, con sezione esterna nel piano di forma tale da entrare con accoppiamento con tolleranza nell'apertura inferiore del carter superiore 111. Il carter inferiore 117 è aperto sia nella faccia superiore che nella faccia inferiore, in corrispondenza della quale presenta esternamente un bordo sporgente 117d. In posizione

assemblata il carter inferiore 117 compenetra il carter superiore 111 fino a che il bordo della faccia inferiore di questo va in battuta sul bordo sporgente 117d. Come mostrato in figura, il carter inferiore 117 comprende all'interno quattro boccole filettate 117z verticali, per permettere di fissare il carter di copertura interno 112 al carter inferiore 117, che comprendono fori in posizioni corrispondenti nel piano orizzontale, tramite viti. Come si può notare da figura 3, il carter inferiore 117, così come il carter superiore 111 ha forma in pianta rettangolare smussata, in cui i lati sono rettilinei, 117e è il lato rettilineo anteriore, 117f, il lato rettilineo posteriore, 117g i lati laterali più corti. Tali lati sono connessi l'uno all'altro da elementi ad arco di cerchio 117h che sottendono un angolo di 90 gradi, in corrispondenza degli angoli. Le boccole filettate 117z si trovano, più specificamente, agli estremi di tali parti rettilinee, sicché fra i lati brevi 117g e le boccole 117z si individua uno spazio che, tramite divisori, identifica gli alloggiamenti 117b per le batterie. Lungo la parete posteriore 117f è invece posto un alloggiamento 117a per il motore 113a. La scheda di controllo 118 è alloggiata in una fessura 117y in corrispondenza delle due boccole più vicine alla parete posteriore 117f.

Dunque, l'apparecchiatura di stampa tridimensionale 10 in generale prevede di operare impiegando il terminale mobile come sorgente luminosa, posta al di sotto della vasca di accrescimento 121, per impressionare il liquido di accrescimento. A questo scopo, la resina di stampa impiegata dall'apparecchiatura 10 è rappresentata da un foto-polimero la cui solidificazione (curing) è operata dalla luce visibile. Come noto, l'apparecchiatura di stampa

tridimensionale opera per accrescimento di strati, operando tramite la luce - ad esempio di un laser - ossia l'indurimento o solidificazione, di un foto-polimero secondo un'immagine o pattern rappresentativo della sezione orizzontale del prodotto di stampa tridimensionale che si vuol realizzare. Nell'apparecchiatura di stampa 10 è il terminale mobile 15 che è configurato per visualizzare sul proprio schermo 151 un'immagine rappresentativa di una strato di accrescimento. Il letto di stampa 114 provvede, sotto il controllo del motore 113a, controllato a sua volta dalla scheda 118, a sollevare per adesione lo strato di accrescimento solidificato, che si trova sul fondo della vasca di accrescimento, di un passo di distanza predefinito, e il terminale 15 visualizza il successivo strato di accrescimento. Dunque, secondo un primo aspetto della soluzione qui descritta, l'apparecchiatura di stampa tridimensionale 10 è configurata per alloggiare lo schermo di un terminale mobile al di sotto della vasca di accrescimento in modo che tale schermo operi da sorgente luminosa per definire gli strati di accrescimento sul fondo di tale vasca di accrescimento.

In figura 4 è mostrato un sistema di stampa che opera tramite l'apparecchiatura di stampa 10. A tale scopo, l'apparecchiatura 10 è rappresentata schematicamente attraverso alcuni dei suoi moduli logici. In particolare è rappresentato il terminale per comunicazioni mobili 15 che comprende un microprocessore 152, in generale il processore del terminale mobile per eseguire le funzioni ad esso connesse al terminale mobile, siano esse funzioni di fonia e di comunicazione, o siano applicazioni software specifiche quali word processing, navigazione, gioco o altro. Tale microprocessore 152 è configurato per caricare

ed eseguire in particolare un'applicazione di stampa 152a. E' rappresentato un modulo corrispondente allo schermo 151, che è gestito dal microprocessore 152, in modo di per sé noto al tecnico del settore. Inoltre, è rappresentato un modulo di comunicazione mobile 153, ossia un ricetrasmittitore ad esempio UMTS 3G, per connettersi a una rete di comunicazione 20, che dunque nell'esempio è anch'essa una rete di comunicazione mobile 3G. Naturalmente, il terminale per comunicazioni mobili 15 e la rete di comunicazione mobile 20 possono operare secondo altri standard di comunicazione mobile, ad esempio GSM, così come in generale, la connessione può avvenire alternativamente tramite un ricetrasmittitore WI-FI, in luogo del trasmettitore 3G, e una rete WLAN come rete di comunicazione mobile, che permette di accedere poi a ulteriori reti esterne, in particolare alla rete Internet. Tramite la rete di comunicazione mobile 20 è dunque in generale accessibile, attraverso una o più reti di comunicazione di dati, un server 30.

Il terminale per comunicazione mobili 15 comprende inoltre un secondo trasmettitore di segnale 154. Tale trasmettitore di segnale 154, secondo una forma realizzativa preferita, è rappresentato dalla periferica audio o uscita audio del terminale mobile 15 per trasmettere segnali di attuazione SA tramite segnali acustici a una frequenza ultrasonica alla scheda di controllo 118 della porzione attuatrice 11, a frequenze di circa 20KHz o ultrasoniche.

Tale scheda elettronica di controllo 118 comprende dunque un ricevitore 118a di segnale configurato per ricevere comandi inviati dal terminale mobile 15 tramite i segnali di attuazione SA, nell'esempio è un ricevitore

adatto a ricevere segnali acustici sulle frequenze dei 20 KHz e/o ultrasoniche, in particolare in un campo da 20 KHz in su, in particolare fino a 24 KHz. Si noti che in generale le periferiche audio dei terminali mobili 15 sono di per sé in grado di emettere ultrasuoni a una frequenza di circa 20 KHz che quindi può essere impiegata per trasmettere dal trasmettitore 154. Qualora il modello specifico del terminale mobile per propri limiti tecnici non dovesse essere in grado di ricevere segnali su tali frequenze acustiche e/o ultrasoniche, il sistema è configurato per operare la comunicazione a frequenze più alte o più basse, fino a trovare quella più adatta, che potrebbe quindi anche risultare udibile all'orecchio umano, similmente alla procedura di heading dei modem-dati analogici.

Inoltre alla scheda elettronica di controllo 118 può essere associato un sensore di intensità luminosa 118b, disposto nel carter inferiore 117, ma non mostrato nelle figure precedenti, che misura l'intensità luminosa emessa dal display 151 del terminale mobile 15.

La scheda di controllo 118 opera in via principale da controllore del motore 113a, in particolare azionando tale motore 113a, sotto il controllo dei segnali di attuazione SA inviati dal terminale mobile 15 attraverso il canale di comunicazione fra il trasmettitore 154 e il ricevitore 118a. La scheda di controllo 118 opera inoltre da controllore gestendo l'accensione e lo spegnimento di tali luci LED 112b.

Dunque, in generale l'apparecchiatura di stampa tridimensionale 10 comprende un insieme di elementi hardware, ossia la porzione superiore attuatrice 11 e la porzione mediana di vasca 12, associati a una porzione

inferiore di pilotaggio 13, comprendente un elemento di pilotaggio dell'apparecchiatura, con capacità di fungere sia da sorgente luminosa che da modulo di controllo della porzione attuatrice 11, che è individuato dal supporto 131 ospitante in modo amovibile il terminale per comunicazioni mobili 15.

Il terminale mobile 15, secondo la soluzione qui descritta, contribuisce come elemento hardware, ossia la sorgente luminosa di solidificazione del fotopolimero degli strati di accrescimento LA_i , e attraverso un modulo software di controllo, ossia l'applicazione di stampa 152a. Tale applicazione di stampa 152a è configurata come un'applicazione client rispetto a un'applicazione server 301a ubicata nel server 30. Tale server 30 non è in generale un singolo elaboratore server, anche se tale configurazione è naturalmente possibile, ma è preferibilmente ottenuto tramite una pluralità di elaboratori operanti secondo il paradigma del cloud computing.

Dunque, l'apparecchiatura di stampa tridimensionale 10 è configurata per operare in associazione con un terminale mobile 15, che può essere uno smartphone, o un tablet o altra denominazione che si riferisca a un terminale comprendente contemporaneamente:

- uno schermo, ad esempio lo schermo 151,
- una struttura di elaboratore con un microprocessore, ad esempio il microprocessore 152, che conferisce capacità computazionale e di elaborazione dati, nonché di gestione di un sistema operativo e di periferiche,
- capacità di connessione e comunicazione su reti dati cablate o wireless, per operare come dispositivo di stampa tridimensionale a resine polimeriche fotoattivate da

sorgenti luminose all'interno dello spettro della luce visibile.

In questo modo viene trasformato il terminale mobile in un dispositivo di stampa 3D che utilizza fotopolimeri premiscelati in forma liquida (resina) in grado di indurire (catalizzazione fotoattivata) quando esposta ad una sorgente luminosa nello spettro della luce 'visibile' (spettro di luce emesso dal display del terminale mobile).

L'applicazione di stampa 152a di tipo client installata sul terminale mobile 15 utilizza la connessione alla rete dati di tale terminale mobile 15, ad esempio il ricetrasmittitore 3G 153 per accedere ai contenuti e alle funzionalità ospitate sul server 30; impiega la capacità elaborativa e computazionale del terminale mobile 15 per interfacciarsi, ad esempio attraverso il trasmettitore 154, con la scheda elettronica di controllo 118 della porzione attuatrice 11, inviando segnali di attuazione SA che gestiscono:

- la movimentazione lineare del piano di stampa 114 nel tempo, operando ad esempio, l'attuazione del suo spostamento lineare lungo l'asse Z, controllando l'entità dello spostamento e il verso dello spostamento, comandando

 - un periodo di tempo tra gli spostamenti di tale piano 114,

 - un valore di incremento dello spostamento lungo l'asse Z,

- l'esecuzione di routine di movimento periodiche per il distacco di uno strato di accrescimento dalla membrana 122;

- altre routine di movimenti di servizio (ad esempio routine ciclo pulizia o routine ciclo termine stampa);

- una sincronizzazione degli istanti di tempo in cui il piano di stampa 114 viene movimentato rispetto agli istanti di tempo di visualizzazione in cui avviene l'emissione luminosa di una data maschera sullo schermo 151. Tale sincronizzazione gestisce parametri quali un anticipo e/o posticipo dell'istante determinato dal sopra citato periodo di tempo tra gli spostamenti rispetto all'istante di visualizzazione dalla sorgente luminosa, ossia lo schermo 151, nonché eventuali strategie di illuminazione e amplificazione dei dettagli, dei bordi, delle campiture, di strategie di riduzione dei disturbi ottici e risparmio energetico.

L'applicazione di stampa 152 pilota lo schermo 151 del terminale mobile 15 in modo da impressionare il primo strato di accrescimento di resina LA_1 , sul fondo della vasca di accrescimento 121, a contatto con la membrana 122 trasparente o traslucida e/o polarizzante permettendo la crescita incrementale del modello in stampa tridimensionale (o prodotto di stampa) attraverso la solidificazione sequenziale per strati di resina foto-attivata dalla luce stessa visibile dello schermo del terminale 15e.

L'applicazione di stampa 152 è un'applicazione compatibile con il sistema operativo implementato dal terminale 15, ad esempio può essere compatibile con il sistema operativo mobile iOS, o Android o Windows Phone. Essa permette la gestione, configurazione e controllo delle funzioni hardware (ad esempio la visualizzazione di immagini sullo schermo 151) e software del terminale mobile 15 dell'utente relative al funzionamento della stampante. L'invio dei segnali di attuazione SA è operato preferibilmente tramite un trasmettitore wireless, come il canale ultrasonico 154, o anche tramite un segnale

Bluetooth o altro segnale elettromagnetico, o segnale wireless che si propagano anche attraverso le strutture dell'apparecchiatura 10, disponendo un corrispondente ricevitore nella scheda 118. Se vi è un cammino ottico libero, si può alternativamente impiegare un trasmettitore ottico wireless. Rientra nell'ambito della soluzione qui descritta, tuttavia, in forme varianti, anche l'invio via cavo, tramite un cavo che connetta il trasmettitore di segnali di attuazione SA alla scheda 118. Possono essere utilizzati canali sia analogici che digitali per l'invio dei segnali di attuazione SA. Tramite l'invio dei segnali di attuazione SA, l'applicazione di stampa 152 comunica alla porzione attuatrice 11 i comandi necessari per la gestione del processo di stampa tridimensionale e controlla inoltre i LED 112b incorporati nella porzione attuatrice 11 con funzione di interfaccia feedback per l'utente, per fornire ad esempio un'informazione di immediata comprensione relativa allo status della stampante.

In figura 5 è rappresentato un diagramma di flusso rappresentativo di una procedura di stampa 400 eseguita dall'applicazione di stampa 152a. In un passo 410 l'applicazione di stampa 152a riceve un modello digitale MD. Un modello digitale MD comprende sostanzialmente una sequenza ordinata di maschere MA_i, ordinata secondo un indice i, che corrispondono agli strati di accrescimento LA_i, e da una serie di comandi di movimentazione CM, ad esempio comandi secondo il noto standard G-code, o per serie di note 'funzioni M' (macro-funzioni macchina preimpostate) che pilotano i movimenti degli attuatori per dare inizio alla stampa durante l'esposizione di una maschera MA_i, quella seguente MA_i+1 e in fase conclusiva. Questo in linea generale, anche se movimenti dell'attuatore

possono essere eseguiti anche durante l'esposizione della maschera MA_i. Il modello digitale MD può incorporare anche altri metadati come quelli descrittivi dei parametri relativi alla visualizzazione, quali un tempo di esposizione t_e per le maschere MA_i o relativi alla resina in uso oltre che delle caratteristiche del terminale mobile. L'applicazione di stampa 152a dunque provvede a generare un segnale di visualizzazione SD che comprende la sequenza di maschere e i parametri di visualizzazione in funzione del tempo, come mostrato nel diagramma temporale di figura 6, che viene inviato allo schermo 151 per la visualizzazione 420. In tale figura sono mostrati i periodi di visualizzazione di maschere MA₁, MA₂, MA₃ per un tempo non necessariamente periodico di esposizione t_e , separati da intervalli di spegnimento. L'applicazione di stampa 152a provvede inoltre, in base ai comandi di movimentazione CM, a generare il segnale di attuazione SA per la scheda di controllo 118 che provvede a comandare un'attuazione lineare 430 del piano di stampa 114 attraverso il modulo di attuazione 113.

Nello specifico, tramite i segnali di attuazione SA vengono gestite in tutto o in parte delle seguenti funzioni di movimentazione:

- procedura di auto impostazione dello "ZERO" del piano di stampa. In tale ambito, viene attuata la corsa verso il fondo del piano di stampa 114, eventualmente operando con l'aiuto degli spot conduttivi 114a per verificare il contatto con lo schermo 151, che è preferibilmente un display touch screen o tattile, del terminale mobile 15. Lo schermo 151 tattile, attraverso la scheda integrata di controllo del touch stesso, emette preferibilmente un segnale di contatto di zero verso

l'applicazione di stampa 152a, che comanda la porzione attuatrice 11. Tale segnale di contatto di zero conferma l'avvenuto contatto della porzione attuatrice 11 verso il basso, e richiede l'arretramento di un certo numero definito di passi (comandi STEP, definiti nel seguito), per poter dar corso alla stampa. Tale operazione è anche sostituita o coadiuvata da appositi sensori di fine corsa disposti in testa all'attuatore 11, ed in particolare sulla scheda 118 specialmente se non si dispone di un terminale con schermo tattile;

- esecuzione di un comando "HOME" che porta il piano di stampa 114 in posizione iniziale - posizione di massimo richiamo in alto, o fine corsa superiore;

- esecuzione di un comando "PULIZIA", tramite un ciclo di movimenti predefiniti del piano 114;

- esecuzione di un comando STEP incrementale o decrementale per muovere il piano 144 avanti o indietro, ossia verso il basso o alto di una determinata distanza o passo o serie predefinita di questi. Questo comando STEP, specificamente incrementale, è indicato con StU in figura 6;

- esecuzione di altre routine di setup tecnico della porzione attuatrice 11;

- gestione e controllo feedback luminoso tramite i LED 112b sul carter superiore 111 o altra superficie dell'apparecchiatura 10.

Dunque, nel diagramma di Figura 6 si osserva come durante ciascun intervallo di spegnimento, fra gli intervalli di esposizione te, non necessariamente omogenei per lunghezza e/o intensità del segnale di visualizzazione SD in ciascun intervallo di esposizione te, l'applicazione di stampa 152a invii ad esempio dei comandi "STEP"

incrementale StU, in modo da sollevare il piano di stampa 114 di una distanza determinata, in particolare corrispondente all'altezza di un nuovo strato di accrescimento LAi. L'esempio riportato in figura 6 è molto semplice, ma è chiaro che i comandi di attuazione SA possono essere più complessi per far compiere percorsi più complessi al piano di stampa 114, ad esempio in molte applicazioni fra un'esposizione di una maschera MAi e la seguente, il piano 114 viene comandato a salire di una determinata distanza e poi viene riabbassato di una distanza inferiore la cui differenza sarà pari all'altezza di uno strato di accrescimento, in modo da permettere un riempimento più rapido e uniforme. Allo stesso modo, il tempo di esposizione t_e non necessariamente è eguale per tutti gli strati.

L'applicazione di stampa 152a è inoltre configurata per gestire le funzioni di comunicazione con il server 30 nell'ambito delle funzioni di stampa, per esempio:

- opera l'accesso a una libreria di modelli digitali 31 sul server remoto 30 per la scelta di un modello digitale MD da stampare (tali modelli potranno essere ad esempio tridimensionali, bidimensionali, raster vettoriali, video, audio, ecc.);

- comprende funzioni per la creazione di un modello digitale MD in una libreria 31 di modelli tridimensionali sul server remoto 30 e per la modifica di un modello digitale MD già nella libreria al fine di personalizzarlo;

- comprende funzioni per impostare il tipo di materiale, in particolare fotopolimero, che si intende utilizzare per la stampa;

- funzioni per informare l'utente su una quantità di resina QL e un tempo necessari per concludere con

successo il processo di stampa tridimensionale del modello MD scelto. Tali informazioni preferibilmente risiedono in un database di informazioni tecniche 32 nel server 30;

- comprende funzioni per raccogliere e inviare al server 30 informazioni sull'apparecchiatura di stampa 10, quali tipo di terminale mobile 15 e/o foto polimero impiegato;

- comprende funzioni per avviare la stampa del modello MD sull'apparecchiatura di stampa 10 oppure per inviare il modello MD (anche incompleto) selezionato/modificato/creato nella libreria sul server 30 di un altro utente eventualmente dotato dell'apparecchiatura 10 o di un apparecchiatura compatibile attraverso funzioni di messaggistica integrati o compatibili con altri sistemi noti di comunicazione elettronica;

- comprende funzioni per invitare i propri contatti di posta elettronica/gruppo sociale a far parte di un gruppo sociale/community di utenti dell'apparecchiatura di stampa 10;

- comprende funzioni per scambiare messaggi e modelli tridimensionali tra utenti, in particolare tra utenti del gruppo sociale/community dell'apparecchiatura di stampa 10. I modelli digitali tridimensionali MD, ossia ad esempio un loro pacchetto P come meglio dettagliato in seguito, non sono però allegati al messaggio come fosse un messaggio di posta elettronica, viceversa tali messaggi, che possono essere messaggi SMS (Short Message System), così come messaggi di sistemi di messaggeria quali Whatsapp o Skype, contengono un codice di accesso, preferibilmente criptato. L'applicazione 152a del terminale destinatario è configurata per, dietro ricezione di questo codice di

accesso, in particolare un metadato del sistema di messaggi, accedere a una richiesta di stampa RP del modello digitale MD per l'applicazione server 301, meglio descritta nel seguito con riferimento a una procedura di stampa da remoto 500 in figura 7. In generale, tramite tale richiesta RP, previo un riconoscimento del terminale 15 dell'utente ricevente il messaggio, del tipo di resina, viene inviato un pacchetto di dati con tali informazioni e la richiesta a una library, ossia la libreria 31 dei modelli MD in formato compresso utile per dare corso alla produzione. Il file del modello digitale MD vero e proprio è ospitato sul server 30 in uno spazio personale del mittente nella libreria 31 ed eventualmente condiviso (temporaneamente) col destinatario. Più in dettaglio, il servizio di 'messaggistica 3D' prevede ad esempio la possibilità di inviare un messaggio cosiddetto tridimensionale o 3D tramite un messaggio Instant Messaging trasmesso tramite reti a tecnologia internet attraverso una architettura cloud based, ed in particolare da un sistema che si appoggia ad uno o più server dedicati (secondo una sequenza client>server>client). La procedura di stampa tramite messaggio 3D, nello specifico, comprende:

- costruzione e invio da parte di un mittente di un messaggio testuale a cui si allega un file di visualizzazione 3D, che è in generale un file di visualizzazione con formato proprietario rappresentativo del modello digitale MD che si intende far pervenire al ricevente, la cui esperienza di visualizzazione è simile al formato .X3D, oppure in formato X3D, e la definizione del destinatario: prima di inviare il messaggio 3D è possibile per il mittente visualizzare il modello spostandone l'orientazione, come negli ambienti virtuali interattivi

compatibili con X3D, con una modalità di rappresentazione tridimensionale anche con eventuale supporto di colore, effetti di shading e texture. Si noti che il file vero e proprio, ossia il pacchetto P con le maschere, non è spedito dal mittente, questo vantaggiosamente permettendo di evitare valutazione di diritto d'autore sul modello a questo stadio - ma solo visualizzato similmente a ciò che accade oggi con i servizi di streaming video;

- dopo l'invio del messaggio 3D, notifica (ad esempio compatibile con lo standard push notification) che avvisa il destinatario dell'arrivo di un messaggio 3D collegando automaticamente, o previa autorizzazione, l'applicazione 152a al server e scaricando il file di visualizzazione contestualmente al messaggio di testo o vocale del mittente: il destinatario, una volta scaricato e visualizzato il modello digitale MD, può quindi decidere se proseguire e richiedere al server 30 - tramite la specifica applicazione 152a e l'inoltro di una richiesta di stampa RP - di ricevere il file ottimizzato per la stampa tridimensionale, ossia il pacchetto P, che, come detto, comprende una sequenza di 'slice' in bianco e nero indsieme ad una serie di metadati atti al controllo della stampante, e procedere alla vera e propria produzione del pezzo.

L'accesso ai pacchetti P può avvenire in modo aperto o protetto, limitato nel tempo o via password e può autorizzare o meno il destinatario a condividere quello stesso contenuto con eventuali altri utenti della community della applicazione 152a.

La funziona risulta innovativa e vantaggiosa, l'accesso autorizzato al modello digitale permettendo anche

di procedere alla personalizzazione del file a seconda del tipo di terminale del destinatario.

Inoltre inviando un modello digitale come fosse 'un regalo' o 'sorpresa' al destinatario che lo riceve questo si rivela solo dopo che il modello sarà effettivamente stampato in solido.

Corrispondentemente, il server 30 ospita un applicazione server 301 che permette al client 152 di accedere alla libreria 31 dei modelli digitali MD, sia 2D che 3D, che può contenere anche ulteriori informazioni connesse ai modelli anche note come 'paradati', quali appunti di progetto, materiale di ispirazione e più in generale di tutto ciò che gli utenti/clienti/utilizzatori riterranno utile e necessario al fine di dar vita alla stampa tridimensionale delle proprie idee in forma di modelli da stampare.

Come mostrato nel diagramma di flusso di figura 7, dove è mostrata una procedura di stampa da remoto 500, l'applicazione server 301 riceve in un passo 510 dall'applicazione client 152a una richiesta di stampa RP del modello digitale MD scelto/modificato/creato/ricevuto dall'utente, eventualmente unitamente alla scelta del materiale di stampa, ed al numero di pezzi da stampare.

L'applicazione server 301 è inoltre configurata per effettuare in un passo 520 una simulazione di stampa per determinare la quantità ottimale QL di materiale (resina) da immettere nella vasca di accrescimento 122. Tale passo può essere opzionale se l'informazione corrispondente è disponibile altrimenti.

L'applicazione server 301 è inoltre configurata per operare in un passo 530 la discretizzazione in maschere MAi corrispondenti a strati di accrescimento sequenziali LAi,

detta anche stratificazione o slicing, del modello digitale selezionato MD. Questo può avvenire tenendo conto delle preferenze dell'utente in merito a: tipologia del materiale prescelto, livello di qualità desiderato.

Finita l'operazione di discretizzazione 530 l'applicazione server 301 invia in un passo 540 all'applicazione client 152a un pacchetto dati P, in particolare compresso, contenente tutte le maschere MAi, ossia delle immagini raster bidimensionali da riprodurre sullo schermo 151, unitamente a comandi di movimentazione CM necessari per controllare i movimenti della la porzione attuatrice 11 in modo coordinato con l'emissione luminosa delle maschere MAi allo schermo 151.

In un passo 550 l'applicazione 152a estrae dal pacchetto P le maschere MAi e i comandi di movimentazione CM, quindi opera la procedura 400 di Figura 6, visualizzando sequenzialmente le maschere MAi e generando contestualmente, in base ai comandi di movimentazione CM, i segnali di attuazione SA per la porzione attuatrice 11. Tali comandi di attuazione SA possono essere anche un insieme molto ridotto, come i soli comandi sopra descritti (es. autoset-zero, set-home, set-step, cleaning-mode...), anche ridotto fino ai soli STEP incrementale e decrementale sopra descritti, che sono interpretati dal controllo 118, mentre la tempistica è gestita dall'applicazione 152a. Sono viceversa naturalmente possibili insiemi di comandi o sequenze più complesse.

Si noti che preferibilmente l'applicazione di stampa 152a, al momento di eseguire la procedura di stampa 400, è configurata per operare in modalità esclusiva, impedendo l'interruzione della propria esecuzione e l'accesso allo schermo 151 da parte di tutti gli altri programmi operanti

nel terminale 15. In altre parole, l'applicazione di stampa 152a è configurata per controllare in modo esclusivo la visualizzazione sullo schermo 151, preferibilmente in modalità tutto schermo, escludendo ogni interferenza visuale come ad esempio il comparire di messaggi di notifica relativi a e-mail o messaggi SMS o telefonate, che rovinerebbero il prodotto in stampa. In particolare, durante la procedura di stampa 400 sono disattivate tutte le periferiche di comunicazione, ad esempio in modo analogo alla modalità 'aereo' nei terminali mobili che esclude le periferiche di comunicazione per non interferire con l'apparecchiatura degli aeromobili, salvo il fatto che viene mantenuto funzionante lo specifico trasmettitore 154, impiegato per pilotare la porzione attuatrice 11. Va da se quindi che il già richiamato pacchetto dati digitali compresso P viene scaricato dal server 30 attraverso una richiesta di stampa RP sul client 152a nella sua interezza, prima che sia dato inizio al processo di stampa e vengano interdetti i canali di connettività digitale (Bluetooth, Wi-Fi, 3G/4G...). La disconnessione dalla rete 20 si rende necessaria perché chiaramente il processo di stampa 400, che richiede un tempo calcolabile anche in ore, non può essere perturbato dal comparire di immagini estranee sullo schermo 151.

Come indicato in precedenza, la resina può venire versata in una quantità misurata da un flacone calcolata al passo 520 di simulazione e visualizza al terminale 15 tramite l'applicazione 152a, tuttavia in forme varianti la resina è contenuta in cartucce che integrano la membrana flessibile 122 come fondo da porre a contatto con lo schermo 151.

In tali forme realizzative la cartuccia o il flacone possono essere equipaggiati di una rappresentazione leggibile dal terminale 15, un codice QR o a barre ad esempio, del numero identificativo della cartuccia o flacone. L'applicazione client 152a può ricevere dal terminale 15, che decodifica tale rappresentazione leggibile, ad esempio un codice QR, tale numero identificativo. L'applicazione client 152a all'applicazione provvede, in base a tale numero identificativo del flacone o della cartuccia, tramite l'accesso a un database compreso in tale applicazione client 152 che contiene tali dati, a impostare automaticamente i parametri relativi alla tipologia di liquido di accrescimento, o resina, che l'utente intende utilizzare e a richiamare delle specifiche varianti di strategia di stampa più adatta al modello di terminale mobile in uso, che tengano conto ad esempio uno o più dei seguenti parametri:

- tecnologia dello schermo 151 (es. a matrice organica luminosa OLED/AMOLED o LCD);
- risoluzione;
- dot pitch;
- dimensione assoluta dello schermo 151;
- decadimento di emissione luminosa legato alle ore di vita del terminale 15.

In base a tali parametri di stampa possono essere configurati o modificati i comandi di illuminazione e i comandi di attuazione. Ad esempio in base al decadimento di emissione luminosa si può proiettare ciascuna immagine di maschera per un tempo più lungo.

E' anche previsto che l'applicazione client 152a invii all'applicazione server 301 tale del numero identificativo sul flacone del liquido di accrescimento e ricavi da un

proprio database informazioni in merito al tipo di liquido di accrescimento in uso, al codice identificativo della confezione, ed al lotto di produzione. L'applicazione server 301 può provvede a aggiornare tale database dei flaconi, memorizzando in corrispondenza di una scheda del flacone individuata dal numero identificativo letto dal codice QE la quantità residua di liquido di accrescimento nel flacone, oltre a garantire l'utente sulla autenticità e genuinità del materiale in uso. Al valore di quantità residua di liquido è memorizzato associato a un valore di tolleranza.

Inoltre l'applicazione server 301 può ricevere dall'applicazione cliente 152a anche i parametri di stampa suindicati, ossia le informazioni in merito al modello ed all'obsolescenza del terminale mobile utilizzato.

Secondo un ulteriore aspetto della soluzione qui descritta è previsto di operare un procedimento di preriscaldamento del foto-polimero nella vasca 121. Infatti è noto che riscaldando tale foto-polimero esso aumenta la viscosità e la facilità di passaggio di stato da liquido a solido, con migliori conseguenze in termini di successo della stampa, qualità e velocità. Tale procedimento prevede di sfruttare il calore emanato dal terminale mobile 15 per scaldare il fotopolimero, e pertanto, secondo una forma variante, la membrana 122 è del tipo arricchito (materiale drogato o caricato) di nanoparticelle conduttive, in particolare metalliche, atte a migliorare da una parte la trasmissione e la diffusione del calore ed inoltre a ottimizzare la resistenza elettrica dei sensori 114a nell'altro.

L'apparecchiatura descritto presenta i seguenti vantaggi.

L'apparecchiatura descritta è vantaggiosamente configurata per associare la vasca di accrescimento e il modulo attuatore di un apparecchiatura di stampa tridimensionale per fotopolimerizzazione allo schermo di un terminale mobile. In questo modo si integra in un solo medesimo elemento rimovibile: la sorgente luminosa di immagini-maschera e il modulo di pilotaggio dell'apparecchiatura sia in termini di generazione delle immagini di maschera che di movimento coordinato del piano di stampa tramite l'attuatore.

Inoltre, vantaggiosamente, l'adozione di un terminale mobile fa sì che esso possa ricevere i modelli digitali da server remoti unitamente alle istruzioni per pilotare l'apparecchiatura di stampa.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, i dettagli e le forme di attuazione possono variare, anche in modo rilevante, rispetto a quanto qui descritto a puro titolo di esempio, senza discostarsi dall'ambito di protezione. Tale ambito di protezione è definito dalle rivendicazioni annesse.

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura di stampa tridimensionale di prodotti tridimensionali per solidificazione tramite radiazione luminosa (MAi) di strati successivi (LAI) di un liquido di accrescimento comprendente un fotopolimero solidificabile per effetto di detta radiazione luminosa, comprendente una vasca di accrescimento ad azionamento verticale (121) del prodotto di stampa per contenere detto liquido di accrescimento, una porzione attuatrice (11) associata a un piano di stampa (114) atto ad aderire a uno strato dopo la solidificazione per movimentare il prodotto di stampa durante l'accrescimento in detta vasca di accrescimento (121), una sorgente luminosa (151) affacciata a un lato della vasca di accrescimento (121) attraverso una membrana (122), per emettere detta radiazione luminosa (MAi), un modulo di controllo (15) per inviare segnali di comando dell'attuazione (SA) per pilotare detta porzione di attuazione (11).

caratterizzata dal fatto che detta apparecchiatura di stampa (10) comprende una porzione di pilotaggio di stampa (13) configurata per alloggiare in maniera amovibile. un terminale per comunicazioni mobili (15) comprendente uno schermo adatto alla visualizzazione di immagini (151) disposto in modo che detto schermo (151) sia affacciato al lato della membrana (122) sul lato di detta vasca di accrescimento (121) in modo tale da operare come sorgente per emettere detta radiazione luminosa (MAi), detto fotopolimero essendo di tipo solidificabile dalla radiazione luminosa emessa da detto schermo (151), in particolare da una radiazione nel campo della luce visibile, detto terminale mobile (15) essendo inoltre configurato (152a, 400) per operare come modulo di

controllo per inviare segnali di comando dell'attuazione (SA) a detta porzione di attuazione (11).

2. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detta porzione attuatrice (11) comprende una scheda di controllo (118) dell'attuazione e detta scheda di controllo (118) comprende mezzi di ricezione (118a) di segnali di comando dell'attuazione (SA) inviati da corrispondenti mezzi di trasmissione (154) disposti nel terminale mobile (12).

3. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detti mezzi di trasmissione (154) comprendono un altoparlante audio del terminale mobile (15) che modulano detti segnali di comando dell'attuazione (SA) a frequenze acustiche e/o ultrasoniche, detti mezzi di ricezione (118a) comprendendo microfoni atti a ricevere segnali a dette frequenze acustiche e/o ultrasoniche.

4. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto terminale mobile (15) è configurato (152a; 400) per accedere a un server remoto (30) comprendente una libreria (31) di modelli (MD) e per caricare (410) un modello (MD) da detta libreria (31) e comandi di movimentazione (CM) associati a detto modello (MD), detto terminale mobile (15) essendo inoltre configurato (430) per inviare a detta porzione attuatrice (11) segnali di comando dell'attuazione (SA) ottenuti in base a detti comandi di movimentazione (CM) associati a detto modello (MD).

5. Apparecchiatura secondo la rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto che detto modello (MD) comprende una sequenza ordinata di immagini corrispondente a detta sequenza di strati successivi (LAI) e che detto

terminale mobile (15) è configurato (400) per estrarre da detto modello (MD) dette immagini e per visualizzarle (420) sequenzialmente sullo schermo (151) secondo una scansione temporale indicata nei comandi di movimentazione (CM) associati a detto modello (MD) e inoltre per inviare a detta porzione attuatrice (11) comandi di attuazione (SA), che controllano (430) il movimento del piano di stampa (114), e in particolare lo sincronizzano (t_s) rispetto alla visualizzazione delle immagini sullo schermo (151).

6. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta membrana (122) è una membrana atta a trasmettere detta radiazione luminosa visibile e flessibile, in particolare flessibile in un punto centrale rispetto a una posizione di riposo dello spessore di almeno due strati di accrescimento, in particolare detta membrana (122) essendo in polietilene o in politetrafluoroetilene o in resina siliconica.

7. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta membrana (122) comprende nanoparticelle conduttive.

8. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto liquido di accrescimento è contenuto in un contenitore inseribile in detta vasca di accrescimento (121) e avente una parte di fondo comprendente detta membrana (122).

9. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta radiazione è nello spettro del visibile emessa da uno schermo (151) a matrice organica luminosa o LCD e che detto fotopolimero è sensibile allo spettro del visibile.

10. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto modulo di

attuazione (113) è configurato per movimentare il piano di stampa (114) in senso verticale, in particolare tramite una o più viti senza fine connesse a detto piano di stampa (114).

11. Architettura di stampa comprendente almeno un'apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni da 1 a 10, caratterizzato dal fatto che comprende un server remoto (30) comprendente una libreria (31) di modelli digitali (MD).

12. Procedimento di stampa tridimensionale di prodotti tridimensionali per solidificazione tramite radiazione luminosa di strati successivi (LAI) caratterizzato dal fatto di comprendere le operazioni eseguite dall'apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 10 o dall'architettura di stampa secondo la rivendicazione 11.

13. Procedimento di stampa (400) secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto di

ricevere al terminale (15) un modello digitale (MD), comprendente una sequenza ordinata di maschere (MAi) che corrispondono agli strati di accrescimento (LAI) e comandi di movimentazione (CM) per generare al terminale (15)

un corrispondente segnale di visualizzazione (SD) che comprende la sequenza ordinata di maschere (MAi) e parametri di visualizzazione in funzione del tempo per lo schermo (151) del terminale (15) ricevente che opera una visualizzazione (420) di dette maschere (MAi), e

un segnale di attuazione (SA) per detta porzione attuatrice (11) per eseguire un'operazione di attuazione (430), in particolare attuazione lineare del piano di stampa (114).

14. Procedimento di stampa secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto di comprendere una procedura di stampa da remoto (500) comprendente:

ricevere (510) al server (30), in particolare tramite un'applicazione server (301), dal terminale (15), in particolare da un'applicazione client 152a, una richiesta di stampa (RP) di un modello digitale (MD),

operare (520) al server (30) una discretizzazione in maschere (MAi) corrispondenti a strati di accrescimento sequenziali (LAI) del modello digitale (MD) richiesto;

inviare (540) dal server remoto (30) al terminale mobile (15) un pacchetto dati (P), in particolare compresso, contenente le maschere (MAi) unitamente a comandi di movimentazione (CM) necessari per controllare i movimenti della la porzione attuatrice (11) in modo coordinato con l'emissione luminosa delle maschere (MAi) allo schermo (151) del terminale mobile (15)M

estrarre (550) al terminale (15) dette maschere (MAi) e comandi di movimentazione (CM), quindi eseguire la procedura di stampa (400) all'apparecchiatura (10).

15. Procedimento di stampa secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto di ricevere al terminale (15) di un utente destinatario un messaggio digitale comprendente codici configurati per inviare una determinata richiesta di stampa (RP), in particolare configurata con dati del terminale ricevente e/o dell'apparecchiatura di stampa associata, e per avviare una procedura di stampa (500).

16. Prodotto informatico caricabile nella memoria di almeno un elaboratore, il prodotto informatico comprendendo porzioni di codice software per implementare il

procedimento secondo una delle rivendicazioni da 12 a 14
quando eseguito su detto almeno un elaboratore.

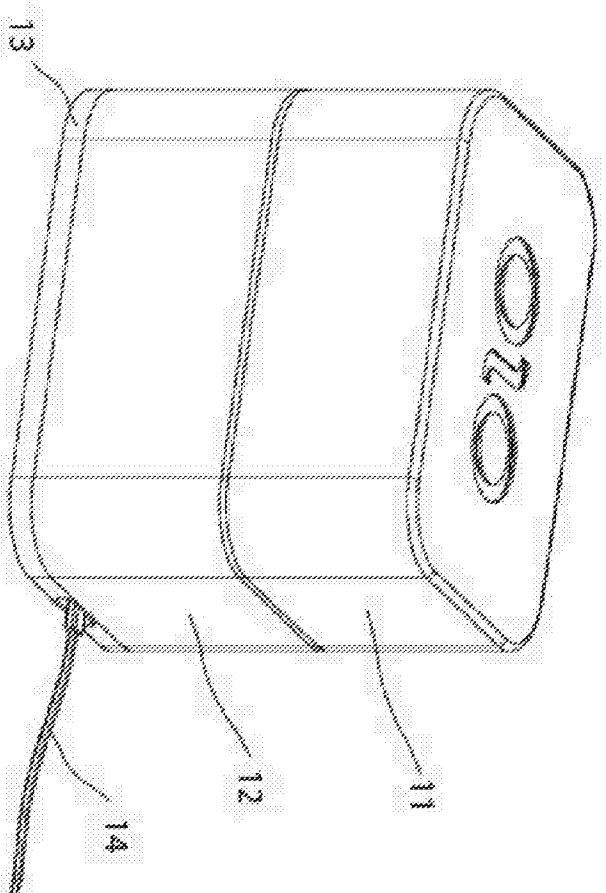


Fig. 1

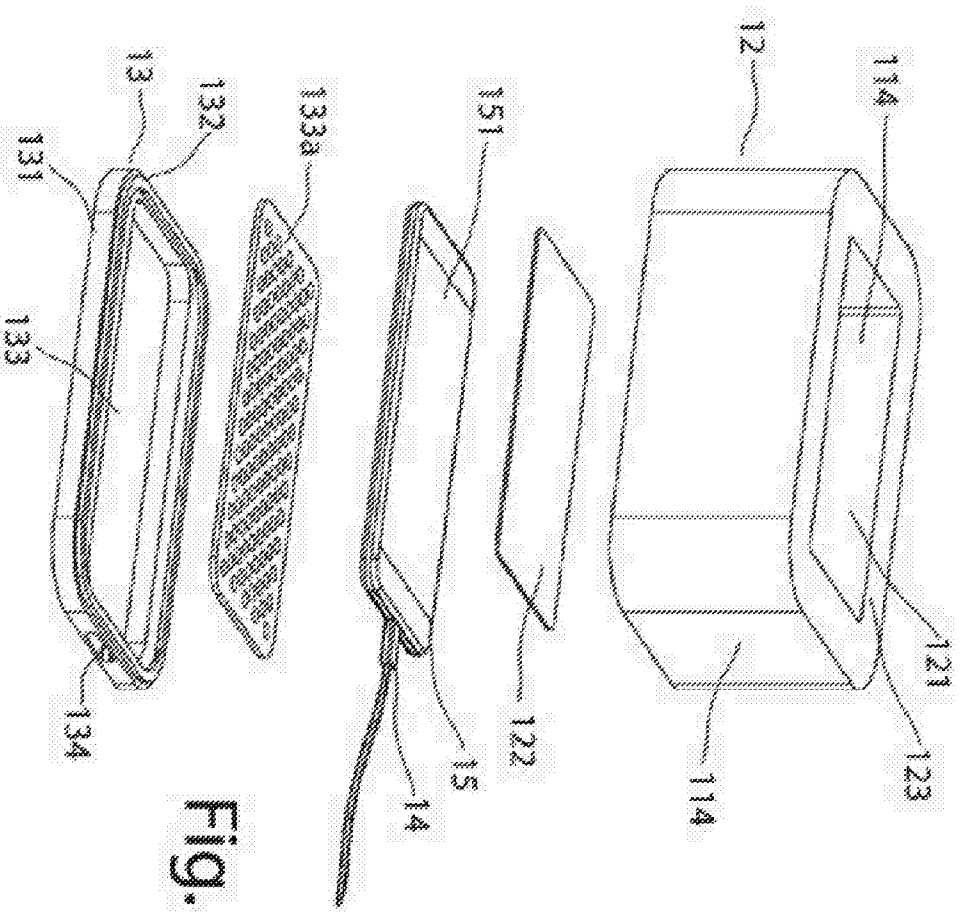
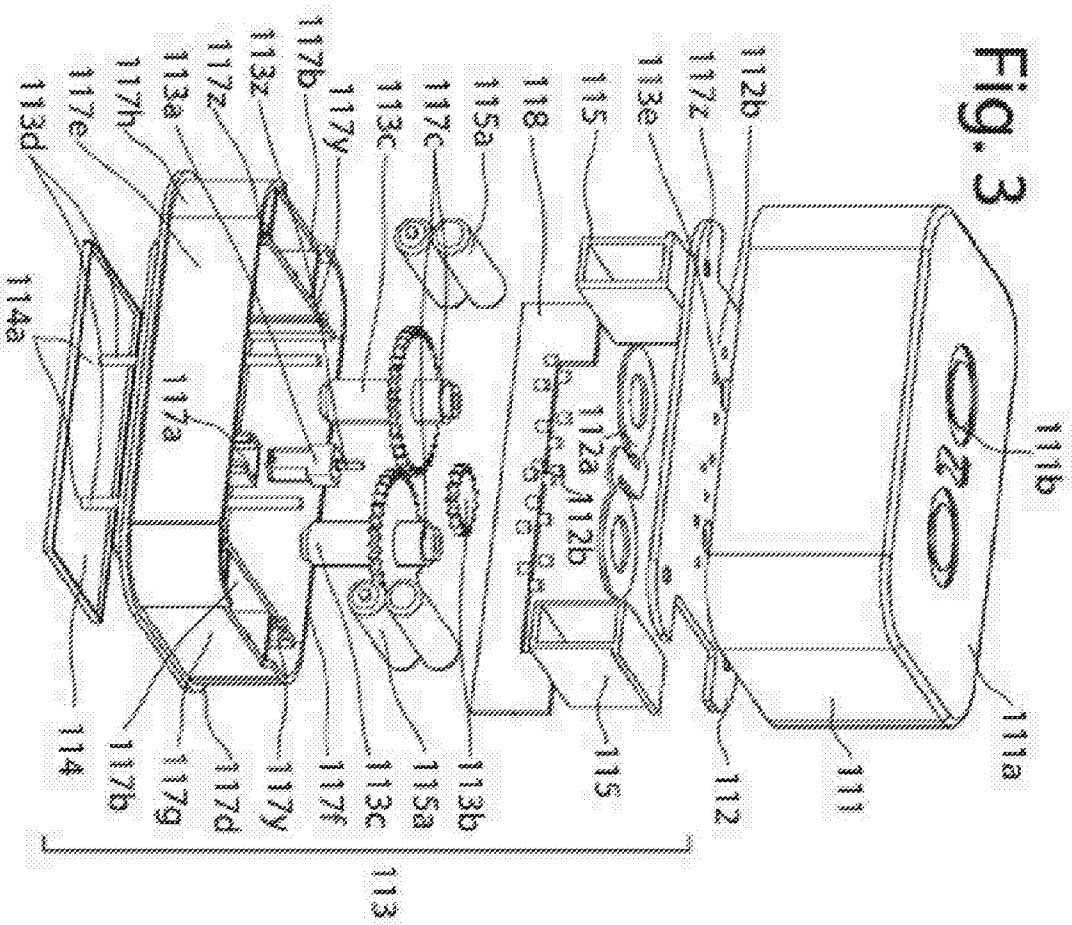


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 3 is a perspective view of a multi-layered rectangular structure 110. The structure consists of a top layer 111, a middle layer 112, and a bottom layer 113. The top layer 111 has a central rectangular opening 111a and a surrounding frame 111b. The middle layer 112 has a central rectangular opening 112a and a surrounding frame 112b. The bottom layer 113 has a central rectangular opening 113a and a surrounding frame 113b. The layers are connected by vertical supports 114. The structure is shown in a perspective view, with dashed lines indicating hidden internal features.



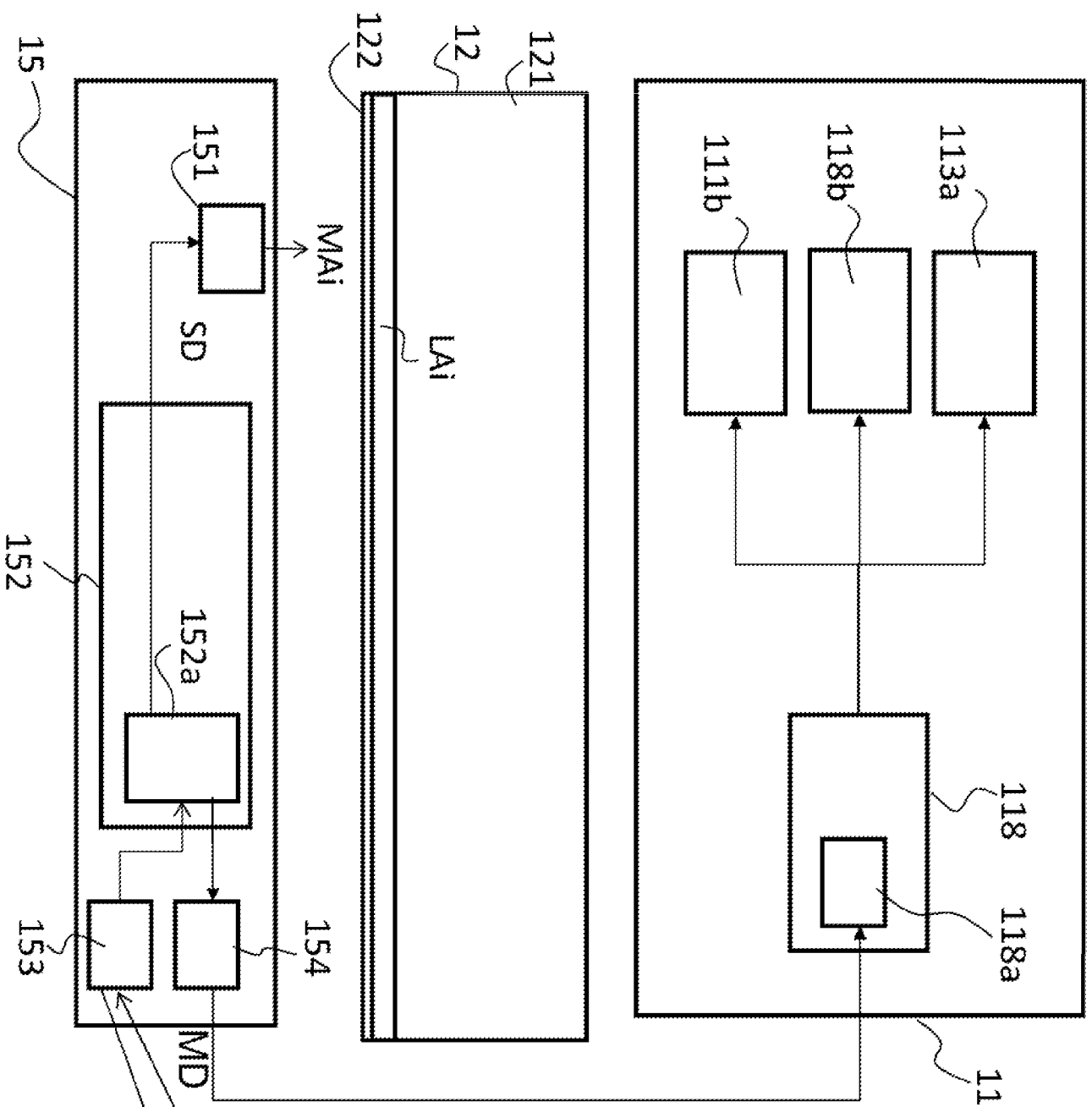


Fig. 4

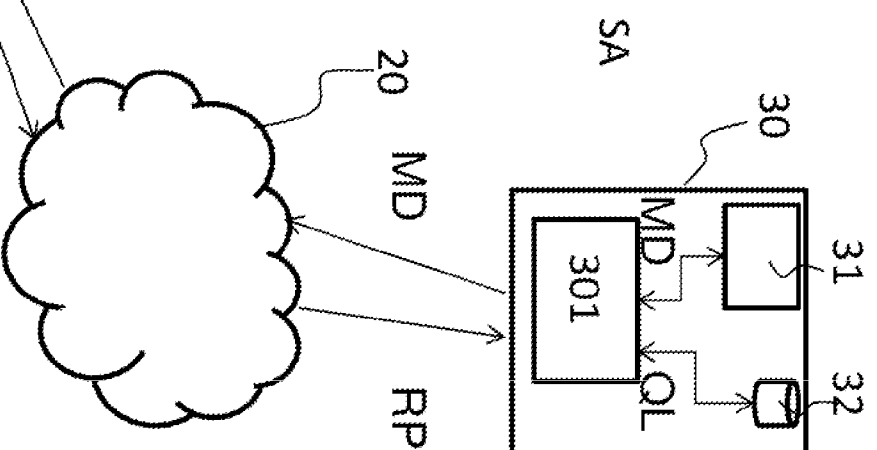


Fig. 5

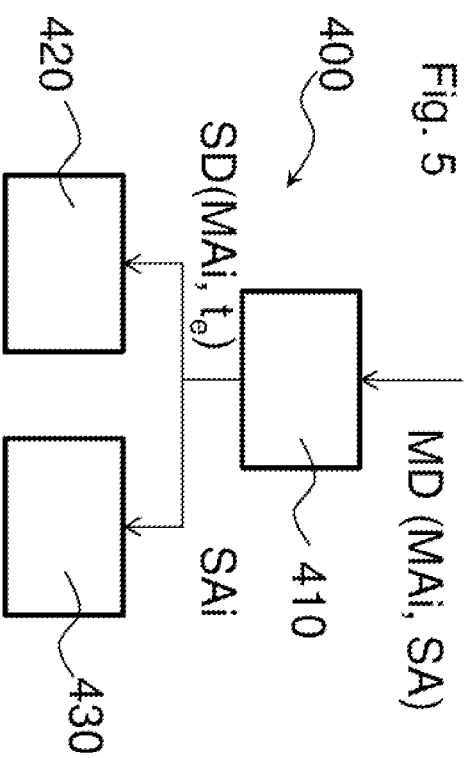


Fig. 6

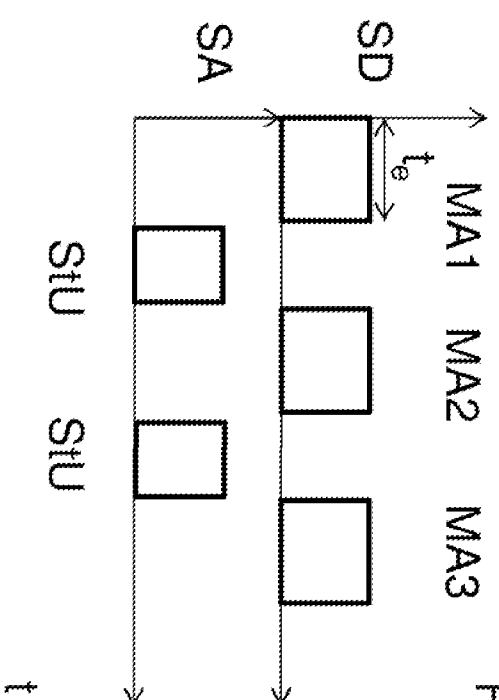


Fig. 7

