

"Metodo e apparato di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami".

#### DESCRIZIONE

Il presente trovato ha come oggetto un metodo e un apparato di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami.

Sono noti sistemi di stampa digitale, mediante teste di stampa digitalmente controllate, per la decorazione di tessuti o pellami.

I processi di stampa digitalmente controllati mediante teste di stampa si possono sommariamente differenziare in due macrocategorie in relazione al tipo di teste adottate: *Continuous Ink Jet* (CIJ) e *Drop on Demand* (DOD), quest'ultima talvolta tradotta in italiano come "a goccia a richiesta".

Le teste da stampa CIJ prevedono la costante eiezione di gocce d'inchiostro che vengono indirizzate su un supporto di stampa o su un'unità di ricircolo a seconda della dovuta polarizzazione elettrica delle stesse mediante una "deflection

unit". La quantità di inchiostro depositato è variabile a seconda della lunghezza d'onda dell'impulso.

Le teste da stampa DOD prevedono l'eiezione della goccia a richiesta, ovvero quando un impulso, elettrico o meccanico, libera una goccia per essere disposta sul supporto di stampa. Esistono diverse tipologie di teste da stampa DOD con caratteristiche tecniche legate all'impulso che viene trasmesso, ai sistemi di formazione della goccia, alla modulazione della stessa con una forma d'onda, agli ugelli in uso.

Le teste da stampa DOD sono le più diffuse per la stampa di tessuti e pellami.

Seppur utili e pratici, i suddetti sistemi noti non permettono di ottenere effetti decorativi, tattili o funzionali.

La decorazione dei tessuti e pellami per ottenere effetti decorativi, tattili o funzionali, infatti, comporta l'impiego di inchiostri aventi caratteristiche chimico-fisiche quali viscosità, contenuto di parti solide e dimensione delle stesse tali da non poter essere impiegati con

sistemi di stampa digitale noti allo stato dell'arte.

Infatti, le teste da stampa attualmente disponibili per la stampa digitale di tessuti e pellami permettono ad oggi di veicolare inchiostri che variano in viscosità da 2 a 40 cP a 25°C e in cui la dimensione massima delle particelle solide contenute nell'inchiostro sia inferiore a 1  $\mu\text{m}$ . La quantità di inchiostro depositata per ogni singolo passaggio è compresa mediamente tra 1,5 e 45 picolitri, a seconda della viscosità dell'inchiostro e del tipo di testa usata.

Una viscosità ed un volume così contenuti permettono sostanzialmente la mera colorazione del supporto di stampa, senza la possibilità di decorare i tessuti o pellami con ulteriori effetti di carattere cromatico, tattile o funzionale. Esempi di inchiostri che permettono di ottenere gli effetti sopra citati, non stampabili con i sistemi di stampa digitale di tipo noto sono i seguenti: conduttivi, magnetici, IR assorbenti, ecc. che hanno un ruolo funzionale; inchiostri comprendenti cromie birifrangenti, dorate,

metallizzate, ecc. che forniscono decorazioni di carattere estetico; inchiostri comprendenti flock, strass, glitter, caviar beads, ecc. hanno in più la caratteristica di essere tattili, oltre che decorativi.

Oggigiorno, questi effetti si possono applicare a tessuti o pellami sia tramite stampa diretta sia tramite tecnologia transfer, ovvero per mezzo della stampa di un adesivo termoplastico su cui poi vengono depositati gli effetti in un secondo momento; in questo caso, l'adesione tra le due parti avviene associando calore e pressione.

Ad ogni modo, ad oggi, sia la stampa diretta delle decorazioni sopra citate, sia la stampa dell'adesivo in vista della tecnologia transfer, non possono avvenire digitalmente, cioè attraverso la gestione digitale della stampa diretta dell'inchiostro o della stampa dell'adesivo su cui andranno depositati gli effetti sopra citati.

In particolare, questo accade o per via delle dimensioni troppo grandi delle particelle (generalmente superiori a 5  $\mu\text{m}$ ), come nel primo caso, o per via di viscosità troppo elevate, non

veicolabili da normali teste di stampa inkjet, come nel caso dell'adesivo.

Ecco allora che, allo stato dell'arte, quando la granulometria degli effetti lo permette, l'inchiostro viene applicato tramite stampa tradizionale, generalmente serigrafia.

Nell'altro caso, per consentire l'applicazione dei citati effetti su tessuto o pellami, si applica in modo selettivo un adesivo termoplastico tramite uno dei processi di stampa tradizionale, di solito serigrafia, al fine di depositare elevate quantità di materiale con proprietà adesive e, successivamente, applicare gli effetti decorativi o funzionali (tecnologia "transfer").

Usualmente, gli inchiostri con proprietà decorative estetiche, tattili o funzionali utilizzati per la stampa serigrafica hanno una viscosità molto superiore a 5.000 cP a 25°C; anche gli inchiostri con proprietà adesive utilizzati per la stampa serigrafia in vista del processo transfer hanno una viscosità di almeno 1000 cP a 25°C.

Svantaggiosamente, la preparazione e

realizzazione degli impianti per la stampa tradizionale, sia piani che cilindrici, comporta costi elevati, consumi energetici e di materiale importante e dei tempi tecnici di realizzo degli stessi non sempre compatibili con la richiesta di velocità produttiva attuale.

Per esempio, nel caso della serigrafia piana, il procedimento prevede la preparazione di un file che viene stampato digitalmente su di una pellicola nera e trasparente, chiamata "lucido".

Tale lucido permette il trasferimento dell'immagine che si intende stampare su un cosiddetto "quadro". Il "quadro" è ottenuto fisicamente incollando un tessuto di poliestere su una cornice. Il tessuto viene quindi trattato con un materiale fotosensibile chiamato "foto-emulsione", cioè un materiale che modifica la sua solubilità in soluzione acquosa una volta irraggiato tramite lampada UV.

Il cosiddetto "lucido" permette di definire le aree che saranno esposte alla luce da quelle che rimarranno al buio, così da permettere l'indurimento della parte esposta.

Durante la fase chiamata di sviluppo si ha la rimozione selettiva della foto-emulsione non reticolata tramite un opportuno lavaggio. Questo procedimento di realizzazione del quadro da stampa deve essere replicato per ogni colore e ogni effetto che si desidera stampare, in quanto la pellicola è dedicata.

L'esempio appena descritto mostra bene come questo procedimento abbia convenienza solo in caso di molti pezzi da decorare in modo ripetitivo e non abbia senso per prodotti customizzati.

Inoltre è sentita l'esigenza di migliorare i processi industriali a favore di una maggiore sostenibilità ambientale.

Compito precipuo del presente trovato è quello di realizzare un metodo di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami, che sia in grado di risolvere i problemi e superare i limiti dell'arte nota sopra esposti.

Nell'ambito di questo compito, uno scopo del presente trovato è quello di mettere a disposizione un metodo di stampa per la

decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami, che risponda in maniera più efficiente ed efficace alla richiesta di prodotti innovativi, customizzati, essendo più versatile e/o efficiente rispetto alla tecnica nota.

Un altro scopo del trovato consiste nel realizzare un metodo di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami che permetta di ridurre i materiali di scarto e/o il consumo energetico.

Un ulteriore scopo del trovato consiste nel realizzare un metodo di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami che sia facile e rapido da realizzare ed a costi contenuti.

Il compito sopra esposto, nonché gli scopi accennati ed altri che meglio appariranno in seguito, vengono raggiunti da un metodo secondo la rivendicazione 1.

Questo compito e questi ed altri scopi sono altresì raggiunti da un apparato secondo la rivendicazione 9 o 10.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi

risulteranno maggiormente dalla descrizione di alcune forme di realizzazione preferite, ma non esclusive, di un metodo di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami, e di un apparato per la realizzazione di tale metodo, illustrate a titolo indicativo e non limitativo con l'ausilio dell'allegata figura che è una rappresentazione schematica di un generico impianto per la realizzazione del metodo secondo il trovato.

Con riferimento alla figura, il metodo di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami, secondo il trovato, è un metodo di stampa digitale comprendente un procedimento di stampa digitale in cui gocce di almeno un fluido colorante e/o funzionalizzante 5 (ad esempio un inchiostro o un adesivo) sono erogate su un tessuto o pellame 6 da una testa di stampa a goccia a richiesta 20 controllata digitalmente.

Nella presente descrizione e nelle allegate rivendicazioni, con "testa di stampa a goccia a richiesta" si intende una testa di stampa per la

stampa digitale del tipo comunemente noto come *drop on demand* (DOD).

Secondo il trovato, il fluido colorante e/o funzionalizzante 5 utilizzato ha una viscosità a 25°C compresa tra 100 e 3500 cP, scelta in base alla specifica testa di stampa utilizzata e a seconda che si tratti di un inchiostro per la stampa diretta o un adesivo per la tecnologia *transfer*.

Secondo il trovato, il fluido colorante e/o funzionalizzante 5 utilizzato ha una tensione statica compresa tra 20 e 75 mN/m, preferibilmente compresa tra 30 e 45 mN/m, così da consentire una corretta gestione della forma d'onda e favorire una corretta stampabilità.

Opportunamente, per un'ottimale realizzazione del metodo, la granulometria del fluido 5 utilizzato è inferiore a 50  $\mu\text{m}$ , preferibilmente inferiore a 25  $\mu\text{m}$ , misurata tramite grindometro (se superiore a 5 micrometri) o Mastersizer 2000 (se nell'ordine del micrometro).

Vantaggiosamente, il fluido colorante e/o funzionalizzante 5 utilizzato può essere un

inchiostro funzionalizzante, e più precisamente un inchiostro con proprietà decorative estetiche, tattile o funzionali, vale a dire un inchiostro che fornisce effetti che vanno oltre la mera colorazione, come quelli precedentemente descritti in relazione alla tecnica nota, tra i quali si possono annoverare: inchiostri conduttivi, magnetici, IR assorbenti che hanno un ruolo funzionale; inchiostri comprendenti cromie birifrangenti, dorate, metallizzate; inchiostri comprendenti flock, strass, glitter, caviar beads, ecc. che hanno la caratteristica di essere tattili, oltre che decorativi; adesivi.

Alcuni esempi non limitativi di inchiostro funzionalizzante impiegato in forme di realizzazione preferite del metodo sono:

un inchiostro con proprietà adesive comprendente un'emulsione acquosa poliuretanica (un esempio dettagliato di questo tipo di inchiostro è descritto più avanti nel I esempio di realizzazione del metodo);

un inchiostro con proprietà corrosive verso fibre cellulosiche e sintetiche (un esempio

dettagliato di questo tipo di inchiostro è descritto più avanti nel II esempio di realizzazione del metodo);

un inchiostro elettricamente conduttivo, comprendente grafene, che permette di stampare circuiti conduttivi su tessuto (un esempio dettagliato di questo tipo di inchiostro è descritto più avanti nel III esempio di realizzazione del metodo).

Per quanto riguarda la testa di stampa DOD (a goccia a richiesta), questa è controllata digitalmente da un'unità elettronica programmabile 30 comprendente, ad esempio, un computer o altro sistema elettronico di controllo di tipo noto sul quale non ci si sofferma oltre essendo la sua realizzazione nota al tecnico del ramo.

Tra le teste di stampa DOD, la Richiedente ha selezionato due tipologie alternative di teste di stampa 5 che risultano ottimali per la realizzazione del metodo secondo il trovato:

- testa di stampa valve-jet (VJ) o testa elettromeccanica, e
- testa piezoelettrica e più precisamente

testa piezoelettrica per additive manufacturing (AM) o manifattura additiva.

La testa elettromeccanica, o valve-jet, comprende in modo noto un pistone controllato elettronicamente configurato per modulare la portata di inchiostro erogato. Più in dettaglio, la testa elettromeccanica valve-jet veicola un fluido 5 in pressione che, mediante il pistone controllato elettronicamente che ne modula la portata, riproduce un disegno preventivamente preparato sull'unità elettronica programmabile 30.

E' importante far qui notare che le teste di stampa elettromeccaniche valve-jet, nella tecnica nota al di fuori dell'invenzione, sono abitualmente impiegate per la marcatura di supporti di varia forma e natura ed è utilizzata con inchiostri con viscosità compresa tra 2 e 12 cP.

A titolo esemplificativo, nelle applicazioni comunemente note, questa tecnologia viene usata con inchiostri con viscosità di 2,5 cP, con una pressione media compresa tra 0,02 e 0,05 Bar.

Al fine di veicolare in modo ottimale

l'inchiostro 5 avente le caratteristiche previste dal metodo secondo il trovato, la dimensione degli ugelli della testa di stampa 20 valve-jet è aumentata rispetto a quella usuale nelle teste di tipo noto, ad un diametro compreso tra 120 e 400  $\mu\text{m}$ .

Preferibilmente, il fluido 5 da erogare è portato nella testa di stampa 20 elettromeccanica con una pressione compresa tra 0,1 e 0,5 Bar, usando un impianto idraulico opportunamente configurato, così da consentire di veicolare efficacemente il fluido 5 stesso con caratteristiche previste dal metodo secondo il trovato.

La gestione della testa di stampa 20 per quanto riguarda l'eiezione delle gocce di inchiostro 5, la loro dimensione e forma, viene controllata mediante l'unità elettronica programmabile 30 specificamente configurata per questo metodo di stampa.

La testa di stampa piezoelettrica, e più precisamente testa di stampa piezoelettrica per additive manufacturing (AM), è una testa di stampa

in cui il fluido 5 è riscaldato, preferibilmente fino ad una temperatura superiore a 25°C e non superiore a 100°C, per ridurne la viscosità prima di essere erogato dalla testa di stampa 20 stessa così da favorirne l'eiezione dall'ugello.

Più in dettaglio, il fluido 5, prima di essere erogato, viene riscaldato così da avere una viscosità in uscita dalla testa di stampa piezoelettrica compresa tra 1 e 250 cP.

A differenza delle teste piezoelettriche comunemente utilizzate per la stampa (che hanno usualmente ugelli della dimensione di circa 1 micron), la testa di stampa 20 piezoelettrica opzionalmente impiegata nel presente trovato ha uno o più ugelli per l'erogazione delle gocce di inchiostro aventi diametro compreso tra 50 e 70  $\mu\text{m}$ , preferibilmente 60  $\mu\text{m}$ .

Vantaggiosamente, grazie alle caratteristiche precedentemente descritte è possibile ottenere gocce di fluido 5 aventi volume compreso tra 25 pL e 600 pL.

La figura 1 illustra in modo schematico un possibile apparato di stampa, indicato nel suo

complesso con il numero 1, adatto a realizzare il metodo secondo il trovato.

Questo apparato 1, comprende almeno una testa di stampa a goccia a richiesta (DOD) 20 controllata digitalmente da un'unità elettronica programmabile 30.

L'apparato 1 comprende inoltre un sistema di mobilitazione 40, atto a muovere la testa di stampa 20 rispetto al tessuto o pellame 6 e/o il tessuto o pellame 6 rispetto alla testa di stampa 20, che può essere realizzato in modo noto e può ad esempio comprendere un carrello mobile su due assi e opportuni attuatori.

La testa di stampa 20 compresa nell'apparato 1 può essere una testa di stampa elettromeccanica valve-jet (VJ) con le caratteristiche precedentemente descritte (in particolare con uno o più ugelli aventi diametro compreso tra 120 e 400  $\mu\text{m}$ ), oppure una testa piezoelettrica con le caratteristiche precedentemente descritte (in particolare con uno o più ugelli aventi diametro compreso tra 50 e 70  $\mu\text{m}$ , preferibilmente 60  $\mu\text{m}$ ).

Preferibilmente, l'unità elettronica

programmabile 30 è configurata per gestire la testa di stampa sia in modo vettoriale, ovvero tramite un metodo di grafica digitale in cui gli elementi grafici che costituiscono la stampa da realizzare sono modellizzati come un insieme di primitive geometriche (questi elementi vengono geometricamente ubicati nel disegno con l'indicazione delle coordinate dei punti di applicazione), sia in modo "raster" (o metodo grafico digitale a bitmap), ovvero con una deposizione on/off di punti di inchiostro usando un carrello che stampa traslando su di un asse perpendicolare al tessuto (metodo generalmente definito a scanning o multipass).

La medesima testa di stampa 20 può essere posizionata su una struttura fissa che prevede la traslazione del materiale anziché del carrello delle teste, generalmente definita singlepass.

L'unità elettronica programmabile 30 gestisce anche l'hardware del sistema di movimentazione 40 necessario per le movimentazioni meccaniche per permettere di riprodurre il disegno desiderato nelle dimensioni e grafica richieste anche con una

testa singola, oltre alle sicurezze e le emergenze.

Il funzionamento dell'apparato 1 per la realizzazione del metodo secondo il trovato è chiaro ed evidente da quanto descritto.

Qui di seguito vengono dettagliati tre possibili, non limitativi, esempi di realizzazione di un metodo secondo il trovato.

#### I ESEMPIO

Questa prima forma di realizzazione del metodo consiste nella realizzazione di un design utilizzando come fluido 5 un inchiostro con proprietà adesive stampato direttamente su foil metallizzato e successivamente applicato su tessuto con una termo-presa.

-Caratteristiche della testa di stampa 20: testa elettromeccanica valve-jet, ugello da 270 micron, pressione positiva da 0,2 Bar, tempo di apertura dell'ugello 850 microsecondi, frequenza impulsi di 75 MHz.

-Fluido 5 utilizzato: emulsione acquosa poliuretana con viscosità di 180 cP a 25°C e tensione statica di 37 mN/m. Temperatura di

transizione vetrosa di  $-40^{\circ}\text{C}$ . Questo fornisce all'inchiostro proprietà adesive una volta che l'acqua viene allontanata e si forma il film.

Successivamente viene utilizzata una termopressa regolata a  $150^{\circ}\text{C}$  con pressione di 3,5 Bar per 15 secondi.

La deposizione digitale di inchiostri con proprietà adesive con le caratteristiche sopra indicate permette di aggiungere effetti tattili a tessuti e pellami senza l'utilizzo di tecniche di stampa tradizionali.

Come evidente da questo esempio, grazie al metodo secondo il trovato è possibile ottenere stampe digitali su tessuto e pellami di adesivi molto simili a quanto realizzabile con impianti analogici, riducendo l'impatto ambientale, i costi ed i tempi legati alla stampa tradizionale.

## II ESEMPIO

Questa forma di realizzazione del metodo consiste nella realizzazione di un design realizzato utilizzando un inchiostro per Devorè.

-Caratteristiche della testa di stampa 20: testa elettromeccanica valve-jet, ugello da 350 micron,

pressione positiva da 0,1 Bar, tempo di apertura dell'ugello 450 microsecondi, frequenza impulsi di 16 MHz.

-Fluido 5 utilizzato: inchiostro a base acqua con viscosità di 300 cP a 25°C e tensione statica di 35 mN/m con proprietà corrosive verso fibre cellulosiche e sintetiche, sviluppate mediante forno statico con temperatura di 170° C per 4 minuti.

A seguito della stampa, dopo un lavaggio energico diventa visibile la lavorazione e risulta evidente la "corrosione" del tessuto ove si è stampato l'inchiostro Devorè.

### III ESEMPIO

Questa forma di realizzazione del metodo consiste nella costruzione di un circuito conduttivo su tessuto utilizzando un inchiostro composto da grafene micronizzato e carbone.

-Caratteristiche testa di stampa 20: testa elettromeccanica valve-jet, ugelli da 120 micron, pressione positiva da 0,2 Bar, tempo di apertura ugelli e frequenza degli impulsi gestiti da waveform appositamente costruita.

-Fluido 5 utilizzato: emulsione acquosa con dispersione di grafene micronizzato e di carbon black (per un totale di 3,2%) con viscosità di 700 cP a 25°C e tensione statica di 42 mN/m. Questo fornisce all'inchiostro proprietà di conduzione termica ed elettrica.

La stampa su una base di spalmato poliuretanico misura una resistenza elettrica, misurata tra punti distanziati tra loro di 10 cm, pari a 30 kΩ.

Anche questo esempio mostra la stampa di inchiostri di elevata viscosità per la riproduzione grafica funzionale di inchiostri conduttivi senza la necessità di realizzare impianti di stampa tradizionale.

Si è in pratica constatato come il metodo di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami secondo il presente trovato assolva il compito nonché gli scopi prefissati in quanto più versatile ed efficiente, e quindi più adatto alla realizzazione di prodotti customizzati, rispetto alla tecnica nota.

Un altro vantaggio del metodo secondo il trovato consiste nel fatto di ridurre i materiali di scarto e il consumo energetico.

Un ulteriore vantaggio del metodo secondo il trovato consiste nel fatto di essere facile e rapido da realizzare ed a costi contenuti.

Il metodo di stampa per la decorazione estetica, tattile o funzionale di tessuti e pellami così concepito è suscettibile di numerose modifiche e varianti tutte rientranti nell'ambito delle rivendicazioni allegate.

Inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.