

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902047054A1

Publication Date

20131103

Applicant

HUNKELER.IT S.R.L.

Title

METODO ED APPARATO PER REALIZZARE INCISIONI LASER SU UN
NASTRO IN MOVIMENTO

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo: "METODO
ED APPARATO PER REALIZZARE INCISIONI LASER SU UN NASTRO IN
MOVIMENTO" a nome delle ditte italiane Hunkeler.it S.r.l
con sede a Livorno e EL.EN. S.p.A, con sede a Calenzano
5 (FI).

DESCRIZIONE

Ambito dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce ad un metodo e ad
un apparato per incidere o creare un motivo o pattern su un
10 supporto cartaceo o simile in avanzamento ad elevata
velocità, in cui un fascio laser modifica o rimuove porzioni
di materiale del supporto.

In particolare, l'invenzione riguarda un metodo e un
apparato per creare tale pattern su un documento stampato su
15 tale supporto, più in particolare, durante e dopo la stampa
del documento.

Brevi cenni alla tecnica nota

Sono noti dispositivi per creare pattern di vario tipo
su supporti cartacei o simili, con finalità diverse. Un caso
20 comune è quello dei dispositivi che creano linee di
perforazione che servono per predeterminare una linea di
strappo di un modulo stampato rispetto ai moduli contigui,
in un processo o in una fase di stampa continua, o linee di
strappo nel medesimo documento per separarne porzioni
25 destinate a utenti o recipienti diversi.

Tali perforazioni vengono eseguite meccanicamente, ad
esempio con un apparato come quello descritto in
ITPI2008A000075. Tali perforazioni hanno tuttavia
l'inconveniente di non essere abbastanza flessibili in
30 termini di forma del taglio da impartire, e di richiedere
una frequente riaffilatura delle lame di taglio o di
perforazione.

Sono anche note tecniche di creazione di pattern su materiale cartaceo o simile mediante proiezione di un fascio laser. Questi metodi raggiungono ad oggi risultati soddisfacenti, in termini di precisione dell'incisione, solo se il supporto, durante l'incisione, anche di pattern molto complessi, come disegni o ricami, è fermo o sostanzialmente fermo. Nel caso di supporti che sono costituiti da oggetti tridimensionali isolati, o pezze o lastre di materiali piani, è sufficiente disporre l'oggetto nell'area di lavoro, e poi comandare la testa di incisione laser, che può essere di tipo mobile, ad esempio a plotter robotico a due o più assi, oppure di tipo fisso, ad esempio mediante lenti e specchi galvanometrici.

Nel caso di macchine di incisione laser su nastro di carta o film plastico, per eseguire le linee di perforazione o incidere pattern mediante laser, il nastro si deve fermare, e poi riprendere il moto al termine della incisione.

È anche possibile eseguire incisioni laser su nastri di pelle o tessuto mobili a bassa velocità di avanzamento. In tal caso, rimozioni di materiale mediante laser vengono eseguite dirigendo impulsi laser lungo una linea trasversale al nastro, con una lieve inclinazione per tenere conto della lieve velocità del nastro.

Per quanto riguarda i sistemi di incisione laser che prevedono l'orientamento di un fascio laser mediante specchi azionati da motori galvanometrici che pilotano specchi vibranti, un esempio è descritto in WO9847035. Questi sistemi sono adatti a fare incisioni qualsivoglia, ed in particolare adatti a eseguire scritte e cifre.

Tali sistemi sono in grado di incidere ad alta velocità pattern complessi su un supporto fermo. Tuttavia, per effetto dell'alta velocità alla quale vengono pilotati

gli specchi e le lenti galvanometriche, risulta particolarmente difficile riprodurre in modo preciso l'intersezione di elementi grafici che si incontrano formando un vertice ad angolo netto. Questo è il caso, per
5 esempio, di molte lettere dell'alfabeto, negli stili di scrittura comunemente usati. A causa dell'elevata velocità di avanzamento del supporto, al posto degli angoli netti si formano dei vertici smussati, cioè delle zone di raccordo tra gli elementi grafici. Ciò può portare a riconoscimento
10 distorsioni non accettabili dei pattern incisi, in particolare di caratteri tipografici e altri simboli grafici.

Un altro problema connesso con la tecnica nota per ottenere pattern su supporti o nastri cartacei, e di altro
15 materiale, è la predeterminazione della potenza che il sistema laser somministra al supporto. In particolare, l'impiego di luce laser per tracciare documenti è soggetto comporta rischi di bruciatura del supporto. È infatti necessario controllare la potenza del fascio laser di
20 incisione. Tale potenza, dal momento di eccitazione dell'emettitore laser, ha una fase di transitorio, che diventa influente sulla incisione tanto più breve è la durata di emissione del fascio laser per una singola azione di incisione. Più precisamente, la temperatura interna di
25 lavoro dell'emettitore viene raggiunta dal laser in tempi variabili in funzione della potenza che deve emettere. Il transitorio sarà tanto più lungo tanto minore sarà la potenza usata dalla particolare lavorazione. In particolare, in caso di esecuzione di una serie di fori o incisioni
30 isolati in rapida successione, è necessario che ogni emissione laser fornisca la potenza strettamente necessaria per eseguire quell'incisione. Ad esempio nel caso di un mezzo taglio (kiss-cut) una potenza leggermente maggiore può

determinare la perforazione del supporto. Oppure, nel caso di un foro passante, questa variazione nel tempo di potenza emessa, a parità di potenza richiesta, può risultare dannosa per la variabilità delle prestazioni di taglio e del mezzo-
5 taglio, che darebbe risultati diversi da quelli attesi.

Inoltre, la maggior parte dei sistemi di scrittura di caratteri di controllo a stampa o diversi dalla stampa è caratterizzata da una riproducibilità sostanzialmente facile da parte di malintenzionati. È quindi desiderabile poter
10 eseguire una marcatura di oggetti con segni di riconoscimento che siano di difficile contraffazione.

Sintesi dell'invenzione

È quindi scopo della presente invenzione fornire un metodo e un apparato per incidere un pattern predeterminato
15 con raggi laser su un supporto cartaceo o simile che si muove ad elevata velocità, in particolare durante un processo di stampa sequenziale di documenti.

È uno scopo particolare dell'invenzione fornire siffatti metodo ed apparato che permettano di riprodurre
20 fedelmente l'intersezione di elementi grafici che si incontrano formando angoli netti, ad esempio, senza formare zone di raccordo o arrotondamenti indesiderati degli angoli di intersezione.

È un altro scopo particolare dell'invenzione fornire
25 siffatti metodo ed apparato che evitino di danneggiare il supporto cartaceo o di altro tipo durante l'incisione laser.

È un altro scopo particolare dell'invenzione fornire siffatti metodo ed apparato che permettano di riprodurre pattern più difficili da copiare e falsificare rispetto a
30 quanto avviene con la tecnica nota.

È un altro scopo della presente invenzione fornire un metodo ed un apparato ausiliario di una stampante continua per marcare i documenti stampati in modo da garantire

l'autenticità dei dati visibili come caratteri di stampa sui documenti stessi, ovvero per identificare fenomeni di manomissione e falsificazione di tali dati.

Questi ed altri scopi sono raggiunti da un metodo per
5 realizzare incisioni laser su un nastro di carta o simili materiali, comprendente le fasi di:

- predisporre mezzi di avanzamento di un nastro di carta atti a provocare un avanzamento del nastro lungo una direzione predeterminata;
- 10 — definire un'area di lavoro attraversata dal nastro;
- predisporre un emettitore di impulsi laser aventi potenza in grado di realizzare incisioni sul nastro;
- predisporre mezzi di puntamento mobili, comprendenti mezzi di riflessione e di messa a fuoco, atti ad
15 inviare gli impulsi laser nella area di lavoro;
- selezionare un pattern di incisione, comprendente una pluralità di punti da incidere sul nastro mediante gli impulsi laser emessi come pacchetti di impulsi in rapida successione, il pattern essendo associato a una
20 prima funzione che definisce la posizione di tali punti nell'area di lavoro rispetto ad un primo riferimento solidale con il nastro;
- calcolare un file di comando contenente istruzioni di puntamento per azionare i mezzi di puntamento mobili
25 in modo che ad ogni pacchetto di impulsi corrisponda una predeterminata posizione dei mezzi di puntamento mobili cui corrisponde rispettivamente una predeterminata posizione di tali punti sull'area di lavoro;
- 30 — scelta di una potenza di emissione dell'emettitore di impulsi laser;
- emissione di impulsi laser con tale potenza di emissione mediante l'emettitore;

— comandare i mezzi di puntamento mobili in base al file di comando, in modo che i mezzi di puntamento mobili raggiungano in successione ciascuna predeterminata posizione orientando di volta in volta gli impulsi laser nella area di lavoro riproducendo il pattern sul nastro,

la cui caratteristica principale è che la fase di calcolo di un file di comando comprende una fase di trasformazione della prima funzione dal riferimento solidale con il nastro in un secondo riferimento solidale con l'emettitore, ottenendo una seconda funzione trasformata definita nell'area di lavoro, e le istruzioni del file di comando comandano i mezzi di puntamento in modo che gli impulsi laser descrivano nella area di lavoro la funzione trasformata rispetto al secondo riferimento, in modo che i pacchetti di impulsi laser raggiungano il nastro in modo da incidere il pattern sul nastro come se il nastro fosse fermo.

In altre parole, nel metodo secondo l'invenzione, i mezzi di riflessione mobili vengono comandati con un file di istruzioni in modo da descrivere, in un riferimento fisso, un pattern fittizio o trasformato cui corrisponde sul nastro in movimento il pattern desiderato. Per effetto dell'avanzamento del nastro, gli impulsi laser devono infatti "inseguire" il nastro in movimento, per realizzare l'incisione secondo il pattern desiderato.

Il pattern fittizio o trasformato risulterà in generale una copia del pattern desiderato compressa secondo la direzione di avanzamento. In particolare, è possibile incidere caratteri, scritte, cifre o codici di marcatura su un nastro prestampato, o stampato direttamente a monte dell'area di lavoro, in modo da accompagnare alle zone stampate del nastro, altre zone con gli stessi o diversi

caratteri, scritte, cifre o codici incisi sul nastro. In tal modo, non si riduce l'efficienza di stampa, che nelle moderne stampanti supera i 200m/min, e normalmente si attesta tra 130 e 150m/min. In particolare, è possibile
5 incidere codici o scritte di autenticazione di documenti, che possono essere assegni bancari, documenti di pagamento e identificazione, contratti, fatture, ecc. e prevenire la contraffazione, senza limitare la velocità di stampa, dato che l'incisione può essere realizzata alla stessa velocità
10 di stampa senza fermare o rallentare il nastro.

Vantaggiosamente, il metodo comprende fasi di:

- acquisizione di dati di posizione di un punto del nastro rispetto al riferimento solidale all'emettitore di impulsi laser;
- 15 — calcolo di una velocità di avanzamento del nastro;
- preferibilmente, calcolo di un'accelerazione di avanzamento del nastro.

Ad esempio, la velocità ed eventualmente l'accelerazione del nastro sono calcolate come valori medi tra letture
20 consecutive del dato di posizione eseguite secondo intervalli o finestre di lettura predeterminate. Note che siano, mediante calcolo o come dato di ingresso la posizione, la velocità ed eventualmente l'accelerazione di un punto generico del nastro al trascorrere del tempo, viene
25 eseguita una composizione di moti vettoriali per spostare il fascio di impulsi laser in posizioni successive tali da incidere sul nastro il pattern desiderato, tenendo conto del moto della carta.

In particolare, l'intervallo di lettura è compreso tra
30 1 millisecondo e 10 millisecondi. La finestra mobile di lettura è necessaria per stimare valori medi della velocità e dell'accelerazione su intervalli temporali piccoli, in modo che tali valori medi possano essere considerati

sostanzialmente istantanei, ma con un errore di calcolo entro i limiti consentiti.

Preferibilmente, la fase di acquisizione di dati di posizione viene eseguita mediante un conteggio di impulsi
5 provenienti da un encoder associato ai mezzi di avanzamento del nastro, ad esempio a cilindri di avanzamento. In alternativa, la fase di acquisizione di dati di posizione viene eseguita leggendo la velocità di segni premarcati sul nastro di carta in occorrenza con il passaggio rispetto a
10 due punti di lettura fissi.

Vantaggiosamente, la fase di trasformazione della prima funzione dal riferimento solidale con il nastro nel secondo riferimento solidale con l'emettitore è definita da una correlazione o algoritmo di inseguimento comprendente
15 la velocità, preferibilmente la correlazione comprende inoltre l'accelerazione del nastro. Ad esempio, la correlazione è espressa da:

$$x''(t) = x'(t) - X_c(t) - v(t) \cdot t \quad [1]$$

$$y''(t) = y'(t) \quad [2]$$

20 oppure da:

$$x''(t) = x'(t) - X_c(t) - v(t) \cdot t - \frac{1}{2} a(t) t^2 \quad [3]$$

$$y''(t) = y'(t) \quad [4]$$

in cui:

x'', y'' sono le coordinate della posizione reale di
25 puntamento, cioè le coordinate di un punto di incisione del pattern rispetto al riferimento solidale ai mezzi di emissione di impulsi laser;

x', y' sono le coordinate di un punto di incisione del pattern rispetto al riferimento solidale al nastro in
30 avanzamento;

X_c è la posizione, secondo la coordinata di avanzamento della carta;

v,a sono rispettivamente la velocità e l'accelerazione di avanzamento del nastro rispetto al riferimento solidale ai mezzi di emissione di impulsi laser.

Vantaggiosamente, la fase di predisporre mezzi di
5 riflessione comprende una fase di predisposizione di galvanometri quali attuatori dei mezzi di riflessione. Il sistema di controllo di interpolazione galvanometrica, a partire dalle informazioni vettoriali o raster da marcare, in particolare usando la lettura dei segnali in fase e
10 quadratura di un encoder solidale con i mezzi di avanzamento del nastro, è in grado di stimare e compensare perfettamente posizione, velocità e accelerazione della carta tramite un algoritmo stimatore predittivo.

variante vantaggiosa, il metodo comprende inoltre
15 fasi di:

- stampa del pattern, in particolare di un documento, sul nastro, ottenendo un pattern stampato;
- lettura di almeno una porzione del pattern stampato sul nastro;

20 in cui nella fase di selezionare un pattern di incisione prevede di scegliere l'almeno una porzione del pattern stampato, e il file di comando comprende istruzioni per incidere il pattern in una posizione sul nastro corrispondente al pattern stampato, in particolare ad una
25 distanza predeterminata dal pattern stampato, in modo da ottenere sul documento una relazione univoca tra l'incisione che riproduce il campo dati e lo stesso campo dati visibile sul documento.

in particolare, la fase di lettura prevede una fase di
30 scansione e riconoscimento ottico di caratteri del pattern stampato sul nastro.

In una variante vantaggiosa, il metodo comprende inoltre le fasi di:

- stampa di un predeterminato codice di attivazione/comando sul nastro;
- lettura e riconoscimento ottico del codice di attivazione/comando dal nastro a monte dell'area di lavoro;
- in cui detta fase di calcolare detto file di comando comprende la generazione di un'istruzione di incisione di detto pattern in una posizione predeterminata di detto nastro in funzione del codice di attivazione/comando letto e riconosciuto.

Vantaggiosamente, la fase di scelta di una potenza di emissione prevede una fase di scelta di un valore di potenza di emissione nominale e di una pluralità di valori di potenza di emissione variata superiori alla potenza di emissione nominale, e la fase di emissione di impulsi laser è eseguita facendo variare la potenza di emissione tra un primo valore di potenza di emissione variata ed un ultimo valore di potenza di emissione variata, inferiore al primo valore di potenza di emissione variata, in cui i valori di potenza di emissione variata sono scelti in modo che in una fase iniziale della fase di emissione l'emettitore emetta un impulso laser con una potenza di emissione compresa tra la potenza nominale e un valore approssimante la potenza nominale che differisce dalla potenza nominale di una tolleranza predeterminata. In particolare, la potenza di emissione è sostanzialmente uguale alla potenza nominale. In altre parole, la potenza impostata dell'emettitore viene modificata durante il tempo di somministrazione, cioè durante un singolo impulso, ed in particolare durante il transitorio iniziale di ogni impulso in modo da compensare il transitorio, mantenendo la potenza effettivamente erogata al nastro mediante gli impulsi ad un valore il più vicino possibile al valore di potenza desiderato, cioè al

valore di potenza che l'emettitore erogherebbe se non vi fosse il transitorio di riscaldamento iniziale

Vantaggiosamente, il pattern comprende due elementi grafici, in particolare due segmenti, che si incontrano in un vertice formando un angolo non raccordato, e il file di comando comprende prime istruzioni per eseguire primi punti di incisione lungo la direzione del primo segmento e seconde istruzioni per eseguire, dopo i primi punti, secondi punti di incisione lungo la direzione del secondo segmento, e un'istruzione di aggiunta di un ritardo predeterminato per prolungare una fase di esecuzione delle prime istruzioni in modo da incidere almeno un punto di incisione avente dal vertice una distanza che dipende dal ritardo. Preferibilmente, è prevista una fase di correzione di traiettoria per eseguire un punto dei secondi punti in una posizione predeterminata lungo il secondo segmento.

Vantaggiosamente, le istruzioni di puntamento del file di comando comprendono istruzioni di messa a fuoco per i mezzi di messa a fuoco in cui i mezzi di messa a fuoco vengono comandati in modo che

- fasci degli impulsi orientati dai mezzi di puntamento raggiungano con un proprio fuoco una prima pluralità di punti del nastro nella area di lavoro, e
- detti fasci raggiungano una seconda pluralità di punti dell'area di lavoro con il fuoco ad una distanza predeterminata dalla area di lavoro e quindi dal nastro. In particolare, le istruzioni di messa a fuoco comandano i mezzi di messa a fuoco:
- ad assumere una medesima posizione di messa a fuoco per orientare gli fasci nella prima pluralità di punti dell'area di lavoro che hanno una medesima distanza da un punto dell'area di lavoro raggiungibile in modo

sostanzialmente perpendicolare con i fasci dai mezzi di puntamento, e

- ad assumere una posizione distinta dalla posizione di messa a fuoco per orientare gli fasci nella seconda pluralità di punti dell'area di lavoro.

Gli scopi dell'invenzione sono altresì raggiunti da un metodo per realizzare incisioni laser su un substrato di carta o simili materiali, comprendente le fasi di:

- definire un'area di lavoro;
- 10 — predisporre il substrato nell'area di lavoro;;
- predisporre un emettitore di impulsi laser aventi potenza in grado di realizzare incisioni sul substrato;
- predisporre mezzi di puntamento mobili, comprendenti
15 mezzi di riflessione e di messa a fuoco, atti ad inviare gli impulsi laser sul substrato nella area di lavoro;
- selezionare un pattern di incisione, comprendente una pluralità di punti di incisione da incidere sul
20 substrato mediante gli impulsi laser emessi come pacchetti di impulsi in rapida successione;
- calcolare un file di comando contenente istruzioni per azionare i mezzi di riflessione mobili in modo che ad ogni pacchetto di impulsi corrisponda una
25 predeterminata posizione dei mezzi di riflessione mobili cui corrisponde rispettivamente una predeterminata posizione sulla area di lavoro;
- scelta di una potenza di emissione dell'emettitore di impulsi laser;
- 30 — emissione di impulsi laser con la potenza di emissione mediante l'emettitore;
- comandare i mezzi di riflessione mobili in base al file di comando, in modo che i mezzi di riflessione

mobili raggiungano in successione ciascuna predeterminata posizione riflettendo di volta in volta gli impulsi laser nella area di lavoro riproducendo il pattern sul substrato;

- 5 la cui caratteristica principale è che la fase di scelta di una potenza di emissione prevede una fase di scelta di un valore di potenza di emissione nominale e di una pluralità di valori di potenza di emissione variata superiori alla potenza di emissione nominale, e la fase di emissione di
- 10 impulsi laser è eseguita facendo variare la potenza di emissione tra un primo valore di potenza di emissione variata ed un ultimo valore di potenza di emissione variata, inferiore al primo valore di potenza di emissione variata, in cui i valori di potenza di emissione variata
- 15 sono scelti in modo che in una fase iniziale della fase di emissione l'emettitore emetta un impulso laser con una potenza di emissione compresa tra la potenza nominale e un valore approssimante la potenza nominale che differisce dalla potenza nominale di una tolleranza predeterminata, in
- 20 particolare, in cui la potenza di emissione è sostanzialmente uguale alla potenza nominale.

Gli scopi dell'invenzione sono altresì raggiunti da un metodo per realizzare incisioni laser su un substrato di carta o simili materiali, comprendente le fasi di:

- 25 — definire un'area di lavoro;
- predisporre il substrato nell'area di lavoro
- predisporre un emettitore di impulsi laser aventi potenza in grado di realizzare incisioni sul substrato;
- 30 — predisporre mezzi di puntamento mobili, comprendenti mezzi di riflessione e di messa a fuoco, atti ad inviare gli impulsi laser sul substrato nella area di lavoro;

- selezionare un pattern di incisione, comprendente una pluralità di punti da incidere sul substrato mediante gli impulsi laser emessi come pacchetti di impulsi in rapida successione;
 - 5 — calcolare un file di comando contenente istruzioni di puntamento per azionare i mezzi di puntamento in modo che ad ogni pacchetto di impulsi corrisponda una predeterminata posizione dei mezzi di puntamento mobili cui corrisponde rispettivamente una
 - 10 predeterminata posizione sulla area di lavoro;
 - scelta di una potenza di emissione dell'emettitore di impulsi laser;
 - emissione di impulsi laser con la potenza di emissione mediante l'emettitore;
 - 15 — comandare i mezzi di puntamento mobili in base al file di comando, in modo che i mezzi di puntamento mobili raggiungano in successione ciascuna predeterminata posizione orientando di volta in volta gli impulsi laser nella area di lavoro riproducendo il pattern sul
 - 20 substrato;
- in cui il pattern comprende due elementi grafici, in particolare due segmenti, che si incontrano in un vertice formando un angolo non raccordato,
- la cui caratteristica principale è che il file di comando
- 25 comprende prime istruzione per eseguire primi punti di incisione lungo la direzione del primo segmento e seconde istruzioni per eseguire dopo i primi punti, secondi punti di incisione lungo la direzione del secondo segmento, e un istruzione di aggiunta di un ritardo predeterminato per
- 30 prolungare una fase di esecuzione delle prime istruzioni in modo da incidere almeno un punto di incisione avente dal vertice una distanza che dipende dal ritardo,

preferibilmente, è inoltre prevista una fase di correzione di traiettoria per eseguire un punto dei secondi punti in una posizione predeterminata lungo il secondo segmento.

Gli scopi dell'invenzione sono altresì raggiunti da un metodo per realizzare incisioni laser su un substrato di carta o simili materiali, comprendente le fasi di:

- definire un'area di lavoro;
- predisporre il substrato nell'area di lavoro;
- predisporre un emettitore di impulsi laser aventi
10 potenza in grado di realizzare incisioni sul substrato;
- predisporre mezzi di puntamento mobili, comprendenti mezzi di riflessione e di messa a fuoco, atti ad inviare gli impulsi laser sul substrato nella area di
15 lavoro;
- selezionare un pattern di incisione, comprendente una pluralità di punti di incisione da incidere sul substrato mediante gli impulsi laser emessi come pacchetti di impulsi in rapida successione;
- 20 — calcolare un file di comando contenente istruzioni di puntamento per azionare i mezzi di puntamento in modo che ad ogni pacchetto di impulsi corrisponda una predeterminata posizione dei mezzi di puntamento mobili cui corrisponde rispettivamente una
25 predeterminata posizione sulla area di lavoro;
- scelta di una potenza di emissione dell'emettitore di impulsi laser;
- emissione di impulsi laser con la potenza di emissione mediante l'emettitore;
- 30 — comandare i mezzi di puntamento mobili in base al file di comando, in modo che i mezzi di puntamento mobili raggiungano in successione ciascuna predeterminata posizione orientando di volta in volta gli impulsi

laser nella area di lavoro riproducendo il pattern sul substrato;

la cui caratteristica principale è che le istruzioni di puntamento del file di comando comprendono istruzioni di messa a fuoco per i mezzi di messa a fuoco in cui i mezzi di messa a fuoco vengono comandati in modo che

— fasci degli impulsi orientati dai mezzi di puntamento raggiungano con un proprio fuoco una prima pluralità di punti del substrato nella area di lavoro, e

10 — detti fasci raggiungano una seconda pluralità di punti dell'area di lavoro con il fuoco ad una distanza predeterminata dalla area di lavoro e quindi dal substrato.

Vantaggiosamente, la fase di comandare i mezzi di riflessione prevede una fase di aumento locale della banda passante equivalente del sistema, in particolare, in caso di impiego di mezzi di riflessione provvisti di attuatori comprendenti galvanometri. Una banda passante maggiore comporta arrotondamenti minori in corrispondenza dei vertici formati da tali elementi grafici dovuti alla maggiore accelerazione del sistema. Ciò consente di riprodurre in modo più fedele angoli netti formati da elementi grafici contigui.

Più in dettaglio, l'algoritmo si basa sul fatto che il driver, cosiddetto DSP, che esegue la fase di comandare i mezzi di riflessione conosce in anticipo le traiettorie che devono essere effettivamente eseguite per riprodurre fedelmente le intersezioni ad angolo vivo tra elementi grafici. Pertanto, il driver DSP è in grado di attuare opportune contromisure per modificare le istruzioni destinate ai galvanometri, tenendo conto delle posizioni future, che il galvanometro deve eseguire ma che ovviamente non conosce preliminarmente.

Breve descrizione delle figure

L'invenzione verrà di seguito illustrata con la descrizione che segue di una sua forma realizzativa, fatta a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni annessi in cui:

- le figura 1-3 mostrano schematicamente tre diversi istanti di lavoro di un apparato per incidere o creare un motivo o pattern su un supporto cartaceo o simile in avanzamento;
- 10 - la figura 4 è uno schema a blocchi dei mezzi a programma per comandare, tra l'altro, i mezzi di puntamento dell'apparato di fig. 1;
- la figura 5 mostra schematicamente un dispositivo di stampa continua provvisto di un apparato per incidere o
15 creare un motivo o pattern secondo l'invenzione;
- la figura 6 mostra schematicamente in una vista prospettica una apparecchiatura di stampa comprendente almeno uno scanner associato a mezzi di stampa da incisione;
- 20 - la figura 7 mostra schematicamente in una vista prospettica una variante dell'apparecchiatura che prevede la lettura di un codice di attivazione/comando che genere un corrispettivo segnale di incisione trasmesso a mezzi di stampa laser;
- 25 - la figura 8 mostra in una vista particolare l'apparecchiatura di figura 7, che evidenzia l'azione di un fascio laser durante l'incisione del campo di intestazione di un titolo di credito;
- le figure 9 e 10 mostrano due varianti dei codici di
30 attivazione/comando stampati sui bordi del documento;
- la figura 11 è un diagramma che mostra schematicamente le modalità di correzione della potenza erogata durante un transitorio;

- la figura 12 è un diagramma che mostra lo spostamento dei mezzi di messa a fuoco dell'apparato delle figure 1-3 in funzione della posizione del punto di incisione nell'area di lavoro, per una messa a fuoco ideale;
- 5 - la figura 13 è un diagramma che mostra lo spostamento dei mezzi di messa a fuoco dell'apparato delle figure 1-3 in funzione della posizione del punto di incisione nell'area di lavoro, per modificare localmente la definizione ed altre caratteristiche del pattern, secondo
10 l'invenzione;
- le figure 14-16 mostrano schematicamente la correzione della traiettoria della incisione dei punti in corrispondenza di vertici.

Descrizione di forme realizzative preferite

15 Con riferimento alla figura 1, viene descritto un apparato 100, secondo l'invenzione, per realizzare incisioni laser su un nastro 10 di carta, o di altro materiale, mentre il nastro 10 scorre secondo una determinata direzione 19 di moto. L'apparato 100 comprende un emettitore o "cannone"
20 laser 14 di tipo noto che è in grado di emettere un fascio di impulsi laser 15,16 con una potenza da formare incisioni sul nastro 10, disposto scorrevole in un'area di lavoro 12.

Il materiale del nastro può essere un materiale cartaceo, un materiale polimerico naturale o artificiale
25 come un materiale tessile, un materiale metallico, convogliato da un sistema di trascinamento dedicato.

Con l'espressione "incisioni" si intendono modifiche locali del nastro che hanno luogo a seguito di un apporto energetico che il nastro 10 in movimento riceve dal fascio
30 laser. Tale apporto energetico determina in primo luogo un riscaldamento locale del nastro 10, che può dare luogo a fenomeni di combustione locale o di evaporazione del materiale che forma il nastro 10. Per effetto di tali

fenomeni, si ha una perdita locale di materiale, in corrispondenza dei punti in cui il fascio laser 16 incide il nastro 10. La perdita di materiale può riguardare l'intero spessore del materiale, per cui in corrispondenza di tali punti si crea un foro passante, oppure può riguardare solo una parte di tale spessore, per cui si creano delle lacune superficiali più o meno profonde. Le due modalità di lavoro sono indicate rispettivamente come taglio e mezzo taglio. In corrispondenza dei punti in cui il fascio 16 incide la superficie del nastro si possono verificare modifiche superficiali percepibili otticamente, come variazioni locali di colore.

L'apparato 100 comprende inoltre dei mezzi di riflessione mobili 22,23, cioè atti a modificare il proprio orientamento nello spazio in modo da riflettere un fascio laser 15,15' che li colpisce formando un fascio riflesso 15',16 che ha una direzione che varia al variare di tale orientamento. In particolare, gli specchi 23,24 sono girevoli attorno a rispettivi assi di rotazione 18',19' grazie a rispettivi attuatori girevoli 28,29 con cui si impegnano attraverso porzioni di impegno 22',23'. Gli attuatori girevoli 28,29 sono comprendono preferibilmente dei galvanometri, che trovano come noto larga applicazione nei sistemi a specchi di puntamento di raggi laser, e che permettono di controllare nel tempo l'orientamento degli specchi 22,23, attorno ai rispettivi assi di rotazione 18',19', mediante un opportuno segnale di corrente.

L'apparato 100 comprende altresì mezzi di messa a fuoco, non rappresentati, per focalizzare il fascio 16 in modo da far convergere il fascio 16 in un determinato punto, detto fuoco, che si trova lungo la retta lungo la quale si propaga il fascio 16. Infatti, il sistema di scansione galvanometrico adottato è un sistema polare, nel quale la

distanza tra i mezzi di puntamento e i punti dell'area di lavoro è variabile. I mezzi di messa a fuoco possono avere la nota forma di una lente mobile di moto traslatorio lungo un proprio asse, in modo da compensare di volta in volta
5 tale distanza variabile, ed in modo che la posizione del fuoco cada, in una condizione di incisione ordinaria, sul nastro 10.

Con un'opportuna disposizione degli assi di rotazione 28',29' dei galvanometri 28,29, come noto nella tecnica, è
10 possibile dirigere il fascio laser 16 in uscita in modo che il fuoco di questo si sposti su una regione piana. Disponendo l'area di lavoro 12, lungo cui scorre il nastro 10, in corrispondenza di tale regione piana, è quindi possibile raggiungere qualsiasi punto 25 dell'area di lavoro
15 12 con il fuoco del fascio laser 16.

L'apparato 100 comprende inoltre ulteriori mezzi di riflessione 17, operativamente fissi, la cui posizione e orientamento spaziale dipende dalla posizione dell'emettitore 14 rispetto agli specchi mobili 22,23.

20 Per controllare gli attuatori 28,29 dei mezzi di riflessione 22,23, cioè per modificare nel tempo l'orientamento spaziale degli specchi 22,23, sono previsti mezzi a programma 50, i quali sono in grado di ricevere, attraverso convenzionali mezzi di input 51 di comandi come
25 una tastiera, un comando di incisione 60, con il quale un operatore ordina l'esecuzione di un certo pattern 20 sul nastro 10 in avanzamento.

Il pattern 20 è un insieme di elementi grafici che possono formare un carattere o una sequenza di caratteri
30 tipografici, o un simbolo non necessariamente alfanumerico, oppure un disegno predeterminato, che può anche avere diverse tonalità di chiaro/scuro.

Nei mezzi a programma 50 sono previsti mezzi di calcolo 52 che, a partire dal pattern 20 prescelto dall'utente, sono in grado di elaborare un piano di lavoro nella forma di una funzione 31, la quale associa ad ogni punto dell'area di lavoro 12, o di una sua porzione eventualmente, un effetto che può essere una perforazione o una modifica della superficie del nastro 10. Tale funzione 31 è quindi definita, nell'area di lavoro 12, rappresenta il pattern 20 in un sistema di riferimento 11 solidale con il nastro 10. Ad esempio, come mostrato in figura 2, il sistema di riferimento 11 può comprendere due assi coordinati x', y' , in cui l'asse x' è orientato secondo la direzione di avanzamento 19 del nastro 10. Altri mezzi di calcolo 53 dei mezzi a programma 50 sono in grado di elaborare un file di comando 24 che contiene istruzioni per azionare i mezzi di riflessione 22,23 mobili, le quali vengono interpretate da un interfaccia 54 che traduce le istruzioni del file di comando 24 in una pluralità o sequenza di segnali elettrici 24' destinati ai galvanometri 28,29 per determinare nel tempo l'orientamento dei mezzi di riflessione 22,23, nonché la posizione dei mezzi di messa a fuoco, in modo che i questi riflettano gli impulsi laser 15,16 nell'area di lavoro 12 riproducendo il pattern 20 sul nastro 10.

Il file 24, secondo una tecnica nota, viene formulato con una sequenza di esecuzione del pattern 20, in base al quale viene definito l'ordine secondo il quale vengono riprodotti i singoli punti del pattern 20.

Per tenere conto del fatto che il pattern 20 viene eseguito, ossia riprodotto, almeno in parte, mentre il nastro 10 compie il proprio moto di avanzamento, nei mezzi a programma 50 sono previsti mezzi 51,55 per acquisire o per calcolare un dato di velocità del nastro 10 mentre

questo attraversa l'area di lavoro 12. Ad esempio, un dato di velocità di avanzamento del nastro 10 può essere introdotto mediante mezzi di input convenzionali come i mezzi di input 51. Ciò permette la corretta riproduzione del pattern sul nastro nella misura in cui la velocità si
5 mantiene costante dopo che il dato di velocità è stato inserito.

In un'altra forma realizzativa, possono essere previsti mezzi di lettura della velocità del nastro, di tipo
10 convenzionale. In un'altra forma realizzativa, possono esser previsti mezzi di lettura della posizione del nastro comprendenti, ad esempio, un encoder associato ai mezzi di avanzamento, mostrati schematicamente con un blocco di trascinamento e stampa 86 in figura 6, ad esempio cilindri
15 di avanzamento del nastro 10, atto ad emettere impulsi che vengono ricevuti dai mezzi da programma 50 e trasferiti ai mezzi di calcolo 55 che ne eseguono un conteggio ed elaborano in tempo sostanzialmente reale un profilo della velocità di avanzamento del nastro 10, come una serie di
20 valori mediati. I mezzi di calcolo della velocità possono altresì essere vantaggiosamente idonei ad eseguire un calcolo dell'accelerazione del nastro 10. Ad esempio, la velocità ed eventualmente l'accelerazione del nastro sono allora calcolate come valori medi tra letture consecutive
25 del dato di posizione in cui le letture sono eseguite secondo intervalli o finestre di lettura predeterminate, ad esempio, di ampiezza compresa tra 1 millisecondo e 10 millisecondi, in modo da poter considerare tali valori medi come sostanzialmente istantanei.

30 Sempre per tenere conto dell'avanzamento del nastro durante la riproduzione del pattern, i mezzi a programma 50 dell'apparato 100 comprendono (fig. 4), secondo l'invenzione, mezzi di calcolo 56 per calcolare, a partire

dalla funzione 31 e dal dato di velocità 61, ed eventualmente dal dato di accelerazione, una funzione trasformata 32, anch'essa definita nell'area di lavoro 12 (figure 2,3) e rappresentativa del pattern 20 rispetto ad un riferimento 13 fisso rispetto al nastro, ossia solidale con l'emettitore laser 14. Ad esempio, come mostrato in figura 2, il sistema di riferimento 11 può comprendere due assi coordinati x'', y'' , in cui l'asse x'' è orientato secondo la direzione di avanzamento 19 del nastro 10. Sempre secondo l'invenzione, i mezzi di calcolo 53 formano il file di comando 24 a partire dalla funzione trasformata 32. In altre parole, i mezzi di riflessione 22,23 vengono comandati in modo che gli impulsi laser 16 descrivano sul nastro 10, nell'area di lavoro 12, un pattern trasformato, corrispondente al pattern desiderato 20, rispetto al sistema di riferimento 13 fisso rispetto al nastro, ossia solidale con l'emettitore laser 14.

In una forma realizzativa, i mezzi di calcolo 56 (fig. 4) sono atti a eseguire una trasformazione della funzione 31 che descrive il pattern nel riferimento 11 (fig. solidale con il nastro 10, nella funzione trasformata 32 che descrive il pattern nel riferimento fisso 13 attraverso una correlazione o algoritmo di inseguimento che tiene conto della velocità v , dell'accelerazione a del nastro 10 come la correlazione di seguito indicata:

$$x''(t) = x'(t) - X_c(t) - v(t) \cdot t - \frac{1}{2} a(t) t^2 \quad [3]$$

$$y''(t) = y'(t) \quad [4]$$

dove X_c indica la posizione, secondo la coordinata di avanzamento della carta.

L'emettitore 14 di impulsi laser è associato a mezzi di predeterminazione della potenza con cui il raggio 15 viene emesso. Tali mezzi di predeterminazione della potenza possono essere inclusi nei mezzi a programma 50

dell'apparato.

Come mostrato in figure da 5 a 10, in una possibile
realizzazione, l'invenzione può essere ad esempio dedicata
alla autenticazione di documenti stampati ad alta velocità,
5 ad esempio tra 10 e 200m/min, normalmente tra 100 e
150m/min, da una unità di stampa 86. In tal caso, i mezzi
di incisione a laser comprendono almeno una testa laser
indicata schematicamente con 100, disposta al di sopra del
nastro e atta a generare uno o più fasci 16, racchiusi in
10 una predefinita area di lavoro 12 (Fig.7).

Possono essere previsti mezzi di lettura 130 e di
incisione 100 atti ad essere predisposti su una linea in
continuo in cui sono previsti una pluralità dei documenti
su nastro 10, quali titoli di credito 110, come pure, in
15 alternativa, contrassegni assicurativi, documenti di
transito, di trasporto merci, ecc., sequenziali tra loro
lungo il nastro 10. In tal caso, può avvenire, per ogni
documento 110 una scansione dei dati del campo dati
stampato 112 del documento 110, un riconoscimento ottico
20 dei caratteri visibili presenti nel campo dati 112 ed una
successiva incisione tale da riprodurre i caratteri del
campo dati stampato con caratteri incisi 112a, secondo
l'invenzione.

In aggiunta, come mostrato nella figura 8, i mezzi di
25 incisione 100 sono atti oltre che alla riproduzione del
campo dati 112, con asportazione di materiale, ad una
incisione di taglio per ottenere linee a strappo rapido 124
per separare tra loro i vari documenti in un processo di
stampa in continuo.

30 Sempre come mostrato nelle figure 7 e 8, i mezzi di
stampa 86 (fig. 6) per la stampa in continuo sono atti a
stampare un predeterminato codice di attivazione/comando
132, meglio mostrato nelle figure 9 e 10, del documento

110, e i mezzi di lettura 130 sono atti alla lettura del codice di attivazione/comando 132 impresso sul documento 110 dai mezzi di stampa 86.

5 In particolare il codice di attivazione/comando 132 può essere stampato su una porzione laterale 111 del documento che poi a conclusione del processo viene rimossa dal documento.

10 Inoltre, mezzi a programma 50' sono atti a generare un segnale di perforazione 145' corrispondente alla lettura del codice di attivazione/comando 132. Infine, i mezzi di incisione 100 sono atti ad incidere il documento 110 sulla base del segnale di incisione 145' in modo tale da generare un testo, comando impartito dal predeterminato codice di attivazione, comando 132, come mostrato in figura 8.

15 Come sopra descritto, i mezzi di incisione 100 sono mezzi di incisione a laser che, in funzione del codice di attivazione/comando 132, permettono di creare il campo dati inciso 112a che riproduce il campo dati stampato 112, o di eseguire una linea di taglio 124 a strappo rapido tra i
20 vari documenti. Più precisamente, il codice di attivazione, comando 132 è un codice ottico scelto tra un codice a barre 132a (Fig.9), un data matrix 132b (Fig.9A) o altra tipologia.

25 In particolare, i codici ottici 132 consentono di contenere informazioni relative sia alla riproduzione ad incisione del campo dati 112 per mezzo del laser 100, sia a comandi di taglio per eseguire sul documento 110 le linee di taglio 124 a strappo rapido o tagli netti per separare tra loro i vari documenti. In tal modo, l'incisione laser
30 attraverso il codice di attivazione, comando 132, permette di ottenere, per ogni tipologia di documento 110. una dedicata riproduzione del campo dati 112, o una dedicata configurazione delle linee di taglio a strappo rapido da

realizzare. In altre parole, l'utilizzo dei codici di attivazione, comando 132, consente inoltre di poter effettuare operazioni distinte per ciascun documento cartaceo su una stessa linea di stampa. Come mostra la
5 figura 11, durante l'esecuzione o incisione di un punto 25 del pattern sul nastro 10, l'emettitore 14 viene fatto funzionare in base a un programma a impulsi ciclici, in cui è definito un duty cycle, cioè una percentuale di tempo 81 in cui il fascio laser è attivo rispetto al tempo totale 80 di un ciclo, comprendente la fase 81 di somministrazione, a
10 una potenza nota W , e una fase 82 di silenzio o inattività.

L'energia complessivamente erogata in una fase di somministrazione 82 si discosta tuttavia da quella ideale, calcolata sulla base del duty cycle. Infatti, come indicato
15 in figura 11, la potenza istantanea W' erogata da un emettitore ad una potenza nominale W_0 non raggiunge immediatamente il valore nominale W_0 . Al contrario, la potenza W attraversa un transitorio 89, corrispondente a una fase di riscaldamento dell'emettitore 14, durante il
20 quale il valore della potenza W' è inferiore al valore nominale W_0 . In figura 11 è mostrato l'andamento tipico dell'erogazione di potenza di una sorgente laser durante il transitorio 89, ovvero fino a che il l'emettitore laser 14 non raggiunge una temperature stabile e costante. Tale
25 diagramma riporta la percentuale della potenza nominale in funzione del duty cycle, per diversi valori della temperatura. La temperatura interna di lavoro viene raggiunta dal laser in tempi variabili in funzione della potenza che deve emettere. Il transitorio 89 sarà tanto più
30 lungo tanto minore sarà la potenza usata dalla particolare lavorazione. Questa variazione (nel tempo) di potenza emessa, a parità di potenza richiesta, può risultare dannosa per la variabilità delle prestazioni sia di taglio

e che di mezzo-taglio.

Per compensare il transitorio di riscaldamento 89, durante il transitorio stesso è prevista una fase di aumento temporaneo, preferibilmente regressivo della
5 potenza W rispetto al valore nominale W_0 , in particolare è scelta una pluralità di valori di potenza di emissione variata W_1, W_2, W_3, W_4 superiori alla potenza di emissione nominale W_0 , indicati in ordine decrescente, e la fase di emissione di impulsi laser è eseguita impostando tali
10 valori di potenza, in tale ordine, come valori nominali. I valori di potenza di emissione variata W_1, W_2, W_3, W_4 , cui corrispondono andamenti temporanei della potenza effettivamente emessa 84', 84'', 84''', 84'''' sono scelti in modo che in una fase iniziale della fase di emissione
15 l'emettitore 14 emetta un impulso laser con una potenza accettabilmente prossima alla potenza nominale W_0 . La curva di erogazione di potenza W coincide, a partire dal tempo di inizio somministrazione potenza t_0 , le curve di erogazione di potenza 85', 85'', 85''', 85'''' rispettivamente riferite alle
20 potenze W_1, W_2, W_3, W_4 . fino a quando con la potenze 83 non si ottiene un valore sufficientemente vicino alla potenza nominale W_0 desiderata.

Il mezzi a programma 50 (figura 1), conoscendo la potenza impostata, sono in grado di stimare la temperatura
25 di lavoro interna all'emettitore 14, (e quindi il raggiungimento della stabilità termica) integrando la potenza stessa e confrontandola con le caratteristiche di potenza vs. temperatura caratteristiche dell'emettitore 14, che sono note dal collaudo o dai dati di targa
30 dell'emettitore.

In una forma realizzativa, le istruzioni di puntamento del file di comando 24 comprendono istruzioni che comandano i mezzi di messa a fuoco 33 in modo che i fasci degli

impulsi 16 orientati dai mezzi di puntamento 22,23,33 non raggiungano tutta l'area di lavoro 12 con il proprio fuoco in corrispondenza del nastro 10, bensì in modo che in alcuni punti dell'area di lavoro 12, preferibilmente appartenenti ad una regione 65 dell'area di lavoro 12 (figura 13) il fuoco si trovi a una distanza predeterminata dal nastro 10.

Con riferimento alla figura 12, nella tecnica nota i mezzi di messa a fuoco sono atti a disporre i mezzi di messa a fuoco 33 in una posizione 63 quando il fascio di raggi laser 16 incontra l'area di lavoro 12 in un punto 62 raggiungibile con detto fascio 16 diretto perpendicolarmente all'area di lavoro 12 e a disporre tali mezzi di messa a fuoco nella medesima posizione quando detto raggio incide l'area di lavoro 12 in tutti i punti che hanno una medesima distanza dal punto 62. Tale posizione è leggibile come coordinata di una superficie solida 60 simmetrica rispetto ad proprio asse 67, che costituisce una caratteristica dei mezzi di messa a fuoco 33.

Come mostrato dalla figura 13, secondo l'invenzione, la caratteristica dei mezzi di messa a fuoco 33 può essere una superficie 60' che ha un andamento generalmente uguale alla superficie 60 di figura 12, ad eccezione di una regione 65 dell'area di lavoro 12, in corrispondenza della quale la posizione dei mezzi di messa a fuoco è determinata da una curva 64, nel caso di figura 13 un tronco di piramide rivolto verso un vertice compreso nella regione concava dello spazio definita dalla curva 60'. Pertanto, in corrispondenza dei punti 65 dell'area di lavoro, il pattern avrà un difetto di messa a fuoco che permette di giudicare dell'autenticità dell'incisione.

Come mostrato in figura 15, il pattern 20 può

comprendere due elementi grafici 35,36, ad esempio in particolare due segmenti 35,36 di un carattere tipografico, che si incontrano in un vertice 37 formando un angolo non raccordato.

5 Come mostrano le figure 14 e 16, il file di comando 24 comprende in tal caso istruzioni per eseguire primi punti di incisione lungo la direzione del primo segmento 35 e istruzioni per eseguire, dopo i punti del primo segmento 35, punti di incisione lungo la direzione del secondo
10 segmento 36. Inoltre, come mostrano ancora le figure 14 e 16, il file di comandi 24 comprende un'istruzione di aggiunta di un ritardo predeterminato per prolungare una fase di esecuzione dei punti lungo la direzione del primo segmento 35 in modo da incidere almeno un punto di
15 incisione 37' che ha una distanza predeterminata d dal vertice 37, dipendente dal ritardo con cui i mezzi di puntamento sono comandati. È quindi prevista una fase di correzione di traiettoria per eseguire un punto 39 dei secondi punti in una posizione predeterminata lungo il
20 secondo segmento 36.

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

e, per questo, non limitativo.

p.p. Hunkeler.it S.r.l

EL.EN. S.p.A

RIVENDICAZIONI

1. Un metodo per realizzare incisioni laser su un nastro (10) di carta o simili materiali, comprendente le fasi di:
- 5 — predisporre mezzi di avanzamento (88) di un nastro (10) di carta atti a provocare un avanzamento di detto nastro lungo una direzione predeterminata;
- definire un'area di lavoro (12) attraversata da detto nastro (10);
- 10 — predisporre un emettitore (14) di impulsi laser (15,15',16) aventi potenza in grado di realizzare incisioni su detto nastro (10);
- predisporre mezzi di puntamento mobili, comprendenti mezzi di riflessione (22,23) e di messa a fuoco (33), atti ad inviare detti impulsi laser (15,15',16) in detta area di lavoro (12);
- 15 — selezionare un pattern (20) di incisione, comprendente una pluralità di punti (21) da incidere su detto nastro (10) mediante detti impulsi laser (15,16) emessi come pacchetti di impulsi in rapida successione, detto pattern essendo associato a una prima funzione (31) che definisce la posizione di detti punti in detta area di lavoro (12) rispetto a un primo riferimento (11) solidale con detto nastro (10);
- 20 — calcolare un file di comando (24) contenente istruzioni di puntamento per azionare detti mezzi di puntamento (22,23,33) in modo che ad ogni pacchetto di impulsi corrisponda una predeterminata posizione di detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili cui corrisponde rispettivamente una predeterminata posizione di detti punti su detta area di lavoro (12);
- 30

- scelta di una potenza di emissione (W) di detto emettitore di impulsi laser (14);
- emissione di impulsi laser (14) con detta potenza di emissione (W) mediante detto emettitore (14);
- 5 — comandare detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili in base a detto file di comando, in modo che detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili raggiungano in successione ciascuna predeterminata posizione orientando di volta in volta detti
- 10 impulsi laser (15,16) in detta area di lavoro (12) riproducendo detto pattern (20) su detto nastro (10);

caratterizzato dal fatto che detta fase di calcolo di un file di comando (24) comprende una fase di

15 trasformazione di detta prima funzione (31) da detto riferimento (11) solidale con detto nastro (10) in un secondo riferimento (13) solidale con detto emettitore (14), ottenendo una seconda funzione trasformata (32) definita in detta area di lavoro (12), e dette

20 istruzioni di detto file di comando (24) comandano detti mezzi di puntamento (22,23,33) in modo che detti impulsi laser (16) descrivano in detta area di lavoro (12) detta funzione trasformata (32) rispetto a detto secondo riferimento (13), in modo che detti pacchetti

25 di impulsi laser raggiungano detto nastro (10) in modo da incidere detto pattern su detto nastro come se detto nastro fosse fermo.

2. Un metodo come da rivendicazione 1, comprendente le fasi di:

- 30 — acquisizione di dati di posizione di un punto di detto nastro rispetto a detto riferimento (13) solidale a detto emettitore (14) di impulsi laser;
- calcolo di una velocità (v) di avanzamento di detto nastro;

e detta fase di trasformazione della prima funzione da detto riferimento (11) solidale con detto nastro (10) in un secondo riferimento (13) solidale con detto emettitore (14) è definita da una correlazione o
5 algoritmo di inseguimento comprendente detta velocità, in particolare, detta correlazione è espressa da:

$$x''(t) = x'(t) - X_c(t) - v(t)*t \quad [1]$$

$$y''(t) = y'(t) \quad [2],$$

in cui:

- 10 — x'', y'' sono le coordinate della posizione reale di puntamento, cioè le coordinate di un punto di incisione del pattern rispetto al riferimento solidale ai mezzi di emissione di impulsi laser;
- x', y' sono le coordinate di un punto di incisione
15 del pattern rispetto al riferimento solidale al nastro in avanzamento;
- X_c è la posizione, secondo la coordinata di avanzamento della carta;
- v è la velocità di avanzamento del nastro rispetto
20 al riferimento solidale ai mezzi di emissione di impulsi laser.

in particolare, detto metodo comprende inoltre una fase di calcolo di un'accelerazione (a) di avanzamento del nastro e detta correlazione comprende inoltre
25 l'accelerazione del nastro,

in particolare, detta correlazione è espressa da:

$$x''(t) = x'(t) - X_c(t) - v(t)*t - \frac{1}{2} a(t)t^2 \quad [3]$$

$$y''(t) = y'(t) \quad [4]$$

in cui:

- 30 — a è l'accelerazione di avanzamento del nastro rispetto al riferimento solidale ai mezzi di emissione di impulsi laser.

3. Un metodo come da rivendicazione 1, comprendente inoltre fasi di:

— stampa di detto pattern (20), in particolare di un documento (), su detto nastro (10), ottenendo un pattern stampato (92);

— lettura di almeno una porzione di detto pattern stampato (92) su detto nastro (10);

in cui in detta fase di selezionare un pattern (20) di incisione prevede di scegliere detta almeno una porzione di detto pattern stampato (92), e detto file di comando (24) comprende istruzioni per incidere detto pattern (20) in una posizione su detto nastro corrispondente a detto pattern stampato (92), in particolare ad una distanza predeterminata da detto pattern stampato (92), in modo da ottenere su detto documento una relazione univoca tra detta incisione che riproduce detto campo dati e lo stesso campo dati visibile su detto documento.

in particolare, detta fase di lettura prevede una fase di scansione e riconoscimento ottico di caratteri di detto pattern stampato (72) su detto nastro (10).

in particolare, detta fase di incisione prevede la riproduzione dei caratteri di detto campo dati mediante asportazione di materiale senza perforazione del documento (10, 70, 90), mediante una serie di piccole abrasioni del documento (10, 70, 90).

4. Un metodo come da rivendicazione 1, comprendente inoltre le fasi di:

— stampa di un predeterminato codice di attivazione/comando (73) su detto nastro (75);

— lettura e riconoscimento ottico di detto codice di attivazione/comando (73) da detto nastro a monte di detta area di lavoro;

— in cui detta fase di calcolare detto file di comando (24) comprende la generazione di un istruzione di incisione di detto pattern (20) in

una posizione predeterminata di detto nastro (10) in funzione di detto codice di attivazione/comando (73) letto e riconosciuto.

- 5 **5.** Un metodo come da rivendicazione 1, in cui detta fase di scelta di una potenza di emissione (W) prevede una fase di scelta di un valore di potenza di emissione nominale (W_0) e di una pluralità di valori di potenza di emissione variata (W_1, W_2, W_3, W_4) superiori a detta potenza di emissione nominale (W_0), e detta fase di
- 10 emissione di impulsi laser è eseguita facendo variare detta potenza di emissione (W) tra un primo valore (W_1) di potenza di emissione variata ed un ultimo valore (W_4) di potenza di emissione variata, inferiore a detto primo valore (W_1) di potenza di emissione variata, in
- 15 cui detti valori di potenza di emissione variata (W_1, W_2, W_3, W_4) sono scelti in modo che in una fase iniziale di detta fase di emissione detto emettitore (14) emetta un impulso laser con una potenza di emissione compresa tra detta potenza nominale (W_0) e un
- 20 valore approssimante detta potenza nominale che differisce da detta potenza nominale di una tolleranza predeterminata, in particolare, in cui detta potenza di emissione è sostanzialmente uguale a detta potenza nominale (W_0).
- 25 **6.** Un metodo come da rivendicazione 1, in cui detto pattern (20) comprende due elementi grafici (35,36), in particolare due segmenti (35,36), che si incontrano in un vertice (37) formando un angolo (38) non raccordato, e detto file di comando (24) comprende prime istruzioni
- 30 per eseguire primi punti di incisione lungo la direzione di detto primo segmento (35) e seconde istruzioni per eseguire, dopo detti primi punti, secondi punti di incisione lungo la direzione di detto

secondo segmento (36), e una istruzione di aggiunta di un ritardo predeterminato per prolungare una fase di esecuzione di dette prime istruzioni in modo da incidere almeno un punto di incisione (37') avente da detto vertice (37) una distanza che dipende da detto ritardo,

in cui, preferibilmente, è prevista una fase di correzione di traiettoria per eseguire un punto (39) di detti secondi punti in una posizione predeterminata lungo detto secondo segmento (36).

7. Un metodo come da rivendicazione 1, in cui dette istruzioni di puntamento di detto file di comando (24) comprendono istruzioni di messa a fuoco per detti mezzi di messa a fuoco (33), in cui detti mezzi di messa a fuoco (33) vengono comandati in modo che:

— fasci di detti impulsi (16) orientati da detti mezzi di puntamento (22,23,33) raggiungano con un proprio fuoco una prima pluralità di punti di detto nastro (10) in detta area di lavoro (12), e

— detti fasci (16) raggiungano una seconda pluralità di punti (65) di detta area di lavoro (12) con detto fuoco ad una distanza predeterminata da detta area di lavoro (12) e quindi da detto nastro (10), in particolare, dette istruzioni di messa a fuoco comandano detti mezzi di messa a fuoco (33):

— ad assumere una medesima posizione di messa a fuoco per orientare detti fasci (16) in detta prima pluralità di punti di detta area di lavoro (12) che hanno una medesima distanza da un punto (62) di detta area di lavoro (12) raggiungibile in modo sostanzialmente perpendicolare con detti fasci (16) da detti mezzi di puntamento (22,23,33), e

— ad assumere una posizione distinta da detta posizione di messa a fuoco per orientare detti

fasce (16) in detta seconda pluralità di punti (65) di detta area di lavoro (12).

8. Un metodo per realizzare incisioni laser su un substrato (10) di carta o simili materiali, comprendente le fasi di:

- definire un'area di lavoro (12);
- predisporre detto substrato (10) in detta area di lavoro (12);
- predisporre un emettitore (14) di impulsi laser (15,15',16) aventi potenza in grado di realizzare incisioni su detto substrato (10);
- predisporre mezzi di puntamento mobili, comprendenti mezzi di riflessione (22,23) e di messa a fuoco (33), atti ad inviare detti impulsi laser (15,15',16) su detto substrato (10) in detta area di lavoro (12);
- selezionare un pattern (20) di incisione da incidere su detto substrato (10) mediante detti impulsi laser (15,16) emessi come pacchetti di impulsi in rapida successione;
- calcolare un file di comando (24) contenente istruzioni di puntamento per azionare detti mezzi di puntamento (22,23) mobili in modo che ad ogni pacchetto di impulsi corrisponda una predeterminata posizione di detti mezzi di puntamento mobili cui corrisponde rispettivamente una predeterminata posizione su detta area di lavoro;
- scelta di una potenza di emissione (W) di detto emettitore di impulsi laser (14);
- emissione di impulsi laser (14) con detta potenza di emissione (W) mediante detto emettitore (14);
- comandare detti mezzi di puntamento (22,23) mobili in base a detto file di comando, in modo che detti mezzi di puntamento (22,23) mobili raggiungano in

successione ciascuna predeterminata posizione orientando di volta in volta detti impulsi laser (15,16) in detta area di lavoro (12) riproducendo detto pattern (20) su detto substrato (10);

5 **caratterizzato dal fatto che** detta fase di scelta di una potenza di emissione (W) prevede una fase di scelta di un valore di potenza di emissione nominale (W_0) e di una pluralità di valori di potenza di emissione variata (W_1, W_2, W_3, W_4) superiori
10 a detta potenza di emissione nominale (W_0), e detta fase di emissione di impulsi laser è eseguita facendo variare detta potenza di emissione (W) tra un primo valore (W_1) di potenza di emissione variata ed un ultimo valore (W_4) di potenza di
15 emissione variata, inferiore a detto primo valore (W_1) di potenza di emissione variata, in cui detti valori di potenza di emissione variata (W_1, W_2, W_3, W_4) sono scelti in modo che in una fase iniziale di detta fase di emissione detto emettitore (14)
20 emetta un impulso laser con una potenza di emissione compresa tra detta potenza nominale (W_0) e un valore approssimante detta potenza nominale che differisce da detta potenza nominale di una tolleranza predeterminata, in particolare, in cui
25 detta potenza di emissione è sostanzialmente uguale a detta potenza nominale (W_0).

9. Un metodo per realizzare incisioni laser su un substrato (10) di carta o simili materiali, comprendente le fasi di:
30 — definire un'area di lavoro (12);
 — predisporre detto substrato (10) in detta area di lavoro (12)

- predisporre un emettitore (14) di impulsi laser (15,15',16) aventi potenza in grado di realizzare incisioni su detto substrato (10);
- 5 — predisporre mezzi di puntamento mobili, comprendenti mezzi di riflessione (22,23) e di messa a fuoco (33), atti ad inviare detti impulsi laser (15,15',16) su detto substrato (10) in detta area di lavoro (12);
- 10 — selezionare un pattern (20) di incisione, comprendente una pluralità di punti (21) da incidere su detto substrato (10) mediante detti impulsi laser (15,16) emessi come pacchetti di impulsi in rapida successione;
- 15 — calcolare un file di comando (24) contenente istruzioni di puntamento per azionare detti mezzi di puntamento (22,23,33) in modo che ad ogni pacchetto di impulsi corrisponda una predeterminata posizione di detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili cui corrisponde rispettivamente una
20 predeterminata posizione su detta area di lavoro (12);
- scelta di una potenza di emissione (W) di detto emettitore di impulsi laser (14);
- emissione di impulsi laser (14) con detta potenza
25 di emissione (W) mediante detto emettitore (14);
- comandare detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili in base a detto file di comando, in modo che detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili raggiungano in successione ciascuna predeterminata
30 posizione orientando di volta in volta detti impulsi laser (15,16) in detta area di lavoro (12) riproducendo detto pattern (20) su detto substrato (10);
- in cui detto pattern (20) comprende due elementi

grafici (35,36), in particolare due segmenti (35,36), che si incontrano in un vertice (37) formando un angolo (38) non raccordato,

caratterizzato dal fatto che detto file di comando (24)

5 comprende prime istruzione per eseguire primi punti di incisione lungo la direzione di detto primo segmento (35) e seconde istruzioni per eseguire dopo detti primi punti, secondi punti di incisione lungo la direzione di detto secondo segmento (36), e un istruzione di
10 aggiunta di un ritardo predeterminato per prolungare una fase di esecuzione di dette prime istruzioni in modo da incidere almeno un punto di incisione (37') avente da detto vertice (37) una distanza che dipende da detto ritardo,

15 preferibilmente, è inoltre prevista una fase di correzione di traiettoria per eseguire un punto (39) di detti secondi punti in una posizione predeterminata lungo detto secondo segmento (36).

20 **10.** Un metodo per realizzare incisioni laser su un substrato (10) di carta o simili materiali, comprendente le fasi di:

- definire un'area di lavoro (12);
- predisporre detto substrato (10) in detta area di lavoro (12);
- 25 — predisporre un emettitore (14) di impulsi laser (15,15',16) aventi potenza in grado di realizzare incisioni su detto substrato (10);
- predisporre mezzi di puntamento mobili, comprendenti mezzi di riflessione (22,23) e di
30 messa a fuoco (33), atti ad inviare detti impulsi laser (15,15',16) su detto substrato (10) in detta area di lavoro (12);
- selezionare un pattern (20) di incisione da incidere su detto substrato (10) mediante detti

impulsi laser (15,16) emessi come pacchetti di impulsi in rapida successione;

— calcolare un file di comando (24) contenente istruzioni di puntamento per azionare detti mezzi di puntamento (22,23,33) in modo che ad ogni pacchetto di impulsi corrisponda una predeterminata posizione di detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili cui corrisponde rispettivamente una predeterminata posizione su detta area di lavoro (12);

— scelta di una potenza di emissione (W) di detto emettitore di impulsi laser (14);

— emissione di impulsi laser (14) con detta potenza di emissione (W) mediante detto emettitore (14);

— comandare detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili in base a detto file di comando, in modo che detti mezzi di puntamento (22,23,33) mobili raggiungano in successione ciascuna predeterminata posizione orientando di volta in volta detti impulsi laser (15,16) in detta area di lavoro (12) riproducendo detto pattern (20) su detto substrato (10);

caratterizzato dal fatto che dette istruzioni di puntamento di detto file di comando (24) comprendono istruzioni di messa a fuoco per detti mezzi di messa a fuoco (33) in cui detti mezzi di messa a fuoco (33) vengono comandati in modo che

— fasci di detti impulsi (16) orientati da detti mezzi di puntamento (22,23,33) raggiungano con un proprio fuoco una prima pluralità di punti di detto substrato (10) in detta area di lavoro (12), e

— detti fasci (16) raggiungano una seconda pluralità di punti (65) di detta area di lavoro (12) con detto fuoco ad una distanza predeterminata da detta

area di lavoro (12) e quindi da detto substrato (10).

p.p. Hunkeler.it S.r.l

EL.EN. S.p.A

CLAIMS

1. A method for making laser engravings on a continuous web (10) of paper and the like, said method comprising the steps of:

- 5 — prearranging a paper feed means for feeding (88) a web of paper (10), said paper feed means arranged to feed said web along a predetermined direction;
- defining a working area (12) around the feeding direction of said web (10);
- 10 — prearranging a laser pulse emitter (14) that is configured to emit laser pulses (15,15',16) with a predetermined power to provide engravings on said web (10);
- prearranging a movable pointing means, comprising a reflection means (22,23), and a focus means (33),
15 said pointing means and said focus means arranged to receive said laser pulses (15,15',16) and to send them to said working area (12);
- selecting an engraving pattern (20), comprising a plurality of points (21) to engrave on said web
20 (10) by said laser pulses (15,16), which are emitted as packets of pulses in quick succession, said pattern associated with a first function (31) that defines the position of said points to said working area (12) with respect to a first reference
25 coordinate system (11) integral to said web (10);
- calculating an instruction file (24) that contains pointing instructions to actuate said pointing means (22,23,33) in such a way that a determined
30 position of said movable pointing means (22,23,33) is associated with each packet of pulses, a respective position of said points to said working area corresponding to said position (12);

- selecting an emission power (W) of said emitter of laser pulses (14);
- emitting laser pulses (14) at said emission power (W) by said emitter (14);
- 5 — operating said movable pointing means (22,23,33) according to said instruction file, so that said movable pointing means (22,23,33) sequentially reaches each predetermined position by continuously changing the direction of said laser pulses (15,16)
- 10 to said working area (12) reproducing said pattern (20) on said web (10);

characterised in that said step of computing an instruction file (24) comprises a step of transforming said first function (31) from said first reference coordinate system (11) that is integral to said web (10) to a second reference coordinate system (13) that is integral to said emitter (14), wherein a second transformed function (32) is obtained defined in said working area (12), and said instructions of said instruction file (24) operate said pointing means (22,23,33) in such a way that said laser pulses (16) describe in said working area (12) trajectories according to said transformed function (32) with respect to said second reference coordinate system (13), so that said packets of laser pulses reach said web (10) engraving said pattern on said web as if said web were motionless.

2. A method according to claim 1, comprising the steps of:
- learning position data of a point of said web with respect to said reference coordinate system (13) that is integral to said emitter of laser pulses (14);
 - determining a feeding speed (v) of said web;

and wherein said step of transforming the first function from said reference coordinate system (11) integral to said web (10) to a second reference coordinate system (13) integral to said emitter (14) is defined by a tracking correlation i.e. a tracking algorithm comprising said speed,

in particular, said correlation is expressed by:

$$x''(t) = x'(t) - X_c(t) - v(t)*t \quad [1]$$

$$y''(t) = y'(t) \quad [2],$$

wherein:

— x'' , y'' are the coordinates of the true pointing position, i.e. the coordinates of a point of the pattern that is being engraved with respect to the reference coordinate system that is integral to the laser pulses emission means;

— x' , y' are the coordinates of a point of the pattern that is being engraved with respect to the reference coordinate system that is integral to the web;

— X_c is the position, according to the paper feed coordinate;

— v is the speed of the web with respect to the reference coordinate system that is integral to the laser pulses emission means,

in particular, said method also comprises a step of computing a web feed acceleration (a) and said correlation also comprises the acceleration of the web, in particular, said correlation is expressed by:

$$x''(t) = x'(t) - X_c(t) - v(t)*t - \frac{1}{2} a(t) t^2 \quad [3]$$

$$y''(t) = y'(t) \quad [4]$$

wherein:

— a is the web feed acceleration with respect to the reference coordinate system that is integral to the laser pulses emission means.

3. A method according to claim 1, also comprising the

steps of:

— printing said pattern (20), in particular a document (), on said web (10), thus obtaining a printed pattern (92);

5 — reading at least one portion of said printed pattern (92) on said web (10);

wherein said step of selecting an engraving pattern (20) provides selecting said at least one portion of said printed pattern (92), and said instruction file
10 (24) comprises instructions for engraving said pattern (20) at a position on said web which corresponds to said printed pattern (92), in particular at a predetermined distance from said printed pattern (92), in order to obtain on said document a one-to-one
15 correspondence between said engraving that reproduces said data field and the same data field as visible on said document,

in particular, said step of reading comprises a step of scanning and optically recognizing types of said
20 pattern (72) printed on said web (10),

in particular, said cutting step comprises reproducing the types of said data field by removing a material portion without piercing the document (10,70,90), by a plurality of small abrasions made on the document
25 (10,70,90).

4. A method according to claim 1, also comprising the steps of:

— printing a predetermined activation/instruction code (73) on said web (75);

30 — reading and optically recognizing said activation/instruction code (73) from said web upstream of said working area;

— wherein said step of calculating said instruction file (24) comprises generating an instruction of

engraving said pattern (20) at a predetermined position of said web (10) responsive to said activation/instruction code (73) that has been read and recognized.

- 5 **5.** A method according to claim 1, wherein said step of selecting an emission power (W) comprises a step of selecting a nominal emission power value (W_0) and a plurality of changed emission power values (W_1, W_2, W_3, W_4) that are higher than said nominal emission power
- 10 (W_0), and said step of emitting laser pulses is carried out by changing said emission power (W) between a first changed emission power value (W_1) and a last changed emission power value (W_4) that is lower than said first changed emission power value (W_1), wherein said changed
- 15 emission power values (W_1, W_2, W_3, W_4) are selected in such a way that, in an initial part of said step of emitting, said emitter (14) emits a laser pulse that has an emission power set between said nominal power (W_0) and an approximation value of said nominal power,
- 20 said approximation value differing from said nominal power by a predetermined tolerance value, in particular wherein said emission power is substantially the same as said nominal power (W_0).
- 25 **6.** A method according to claim 1, wherein said pattern (20) comprises two graphic elements (35,36), in particular two segments (35,36), which meet at a vertex (37) forming a sharp angle (38), and said instruction file (24) comprises first instructions for engraving first engraving points along the direction of said
- 30 first segment (35) and second instructions for engraving, after said first points, second engraving points along the direction of said second segment (36), and an instruction of adding a predetermined delay for

prolonging a step of carrying out said first instructions, such that at least one engraving point (37') is engraved at a distance from said vertex (37) responsive to said delay,

5 wherein, preferably, a step is provided of correcting a trajectory in order to engrave a point (39) of said second points at a predetermined position along said second segment (36).

7. A method according to claim 1, wherein said pointing
10 instructions of said instruction file (24) comprise focus instructions for said focus means (33), wherein said focus means (33) is operated in such a way that:

— beams of said pulses (16) directed by said pointing
means (22,23,33) reach with an own focus a first
15 plurality of points of said web (10) to said working area (12), and

— said beams (16) reach a second plurality of points
(65) of said working area (12) with said focus at a
predetermined distance from said working area (12)
20 and, therefore, from said web (10),

in particular, said focus instructions cause said focus means (33):

— to take a same focusing position for directing said
beams (16) to said first plurality of points of
25 said working area (12) that have a same distance from a point (62) of said working area (12) , said point arranged to be substantially perpendicularly attained by said beams (16) by said pointing means (22,23,33), and

30 — to take a position different from said focusing position for directing said beams (16) to said second plurality of points (65) of said working area (12).

8. A method for making laser engravings on a paper substrate (10) or on a substrate of a similar material, comprising the steps of:

- defining a working area (12);
- 5 — prearranging said substrate (10) to said working area (12);
- prearranging a laser pulse emitter (14) that is configured to emit laser pulses (15,15',16) with a predetermined power to provide engravings on said substrate (10);
- 10 — prearranging a movable pointing means, comprising a reflection means (22,23) and a focus means (33), said pointing means and said focus means arranged to send said laser pulses (15,15',16) to said working area (12) on said substrate (10);
- 15 — selecting an engraving pattern (20) to engrave on said substrate (10) by said laser pulses (15,16) emitted as packets of pulses in quick succession;
- calculating an instruction file (24) that contains pointing instructions to actuate said movable pointing means (22,23) in such a way that a determined position of said movable pointing means is associated with each packet of pulses, a respective position to said working area
- 20 corresponding to said position;
- selecting an emission power (W) of said emitter of laser pulses (14);
- emitting laser pulses (14) at said emission power (W) by said emitter (14);
- 25 — operating said movable pointing means (22,23) according to said instruction file, so that said movable pointing means (22,23) sequentially reaches each predetermined position by continuously changing the direction of said laser pulses (15,16)
- 30

to said working area (12) reproducing said pattern (20) on said substrate (10);

characterised in that said step of selecting an emission power (W) comprises a step of selecting a nominal emission power value (W_0) and a plurality of changed emission power values (W_1, W_2, W_3, W_4) that are higher than said nominal emission power (W_0), and said step of emitting laser pulses is carried out by changing said emission power (W) between a first changed emission power value (W_1) and a last changed emission power value (W_4) that is lower than said first changed emission power value (W_1), wherein said changed emission power values (W_1, W_2, W_3, W_4) are selected in such a way that, in an initial part of said step of emitting, said emitter (14) emits a laser pulse that has an emission power set between said nominal power (W_0) and an approximation value of said nominal power, said approximation value differing from said nominal power by a predetermined tolerance value, in particular wherein said emission power is substantially the same as said nominal power (W_0).

9. A method for making laser engravings on a paper substrate (10) and the like, comprising the steps of:

- defining a working area (12);
- prearranging said substrate (10) on said working area (12);
- prearranging a laser pulse emitter (14) that is configured to emit laser pulses (15,15',16) with a predetermined power to provide engravings on said substrate (10);
- prearranging a movable pointing means, comprising a reflection means (22,23) and a focus means (33), said pointing means and said focus means arranged

to send said laser pulses (15,15',16) to said working area (12) on said substrate (10);

— selecting an engraving pattern (20), comprising a plurality of points (21) to be engraved on said substrate (10) by said laser pulses (15,16) emitted as packets of pulses in quick succession;

— calculating an instruction file (24) that contains pointing instructions to actuate said movable pointing means (22,23) in such a way that a determined position of said movable pointing means is associated with each packet of pulses, a respective position to said working area (12) corresponding to said position;

— selecting an emission power (W) of said emitter of laser pulses (14);

— emitting laser pulses (14) at said emission power (W) by said emitter (14);

— operating said movable pointing means (22,23,33) according to said instruction file, so that said movable pointing means (22,23,33) sequentially reaches each predetermined position by continuously changing the direction of said laser pulses (15,16) to said working area (12) reproducing said pattern (20) on said substrate (10);

wherein said pattern (20) comprises two graphic elements (35,36), in particular two segments (35,36), which meet at a vertex (37) forming a sharp angle (38), **characterised in that** said instruction file (24) comprises first instructions for engraving first engraving points along the direction of said first segment (35) and second instructions for engraving, after said first points, second engraving points along the direction of said second segment (36), and an instruction of adding a predetermined delay for

prolonging a step of carrying out said first instructions, such that at least one engraving point (37') is engraved at a distance from said vertex (37) responsive to said delay,

5 preferably, a step of correcting a trajectory is also provided in order to engrave a point (39) of said seconds points at a predetermined position along said second segment (36).

- 10 **10.** A method for making laser engravings on a paper substrate (10) and the like, comprising the steps of:
- defining a working area (12);
 - prearranging said substrate (10) on said working area (12);
 - 15 — prearranging a laser pulse emitter (14) that is configured to emit laser pulses (15,15',16) with a predetermined power to provide engravings on said substrate (10);
 - prearranging a movable pointing means, comprising a reflection means (22,23) and a focus means (33),
20 said pointing means and said focus means arranged to send said laser pulses (15,15',16) to said working area (12) on said substrate (10);
 - selecting an engraving pattern (20) to engrave on said substrate (10) by said laser pulses (15,16)
25 emitted as packets of pulses in quick succession;
 - calculating an instruction file (24) that contains pointing instructions to actuate said pointing means (22,23,33) in such a way that a determined position of said movable pointing means (22,23,33)
30 is associated with each packet of pulses, a respective position of said points to said working area corresponding to said position (12);
 - selecting an emission power (W) of said emitter of laser pulses (14);

— emitting laser pulses (14) at said emission power (W) by said emitter (14);

— operating said movable pointing means (22,23,33) according to said instruction file, so that said
5 movable pointing means (22,23,33) sequentially reaches each predetermined position by continuously changing the direction of said laser pulses (15,16) to said working area (12) reproducing said pattern (20) on said substrate (10);

10 **characterised in that** said pointing instructions of said instruction file (24) comprise focus instructions for said focus means (33) wherein said focus means (33) is operated in such a way that:

— beams of said pulses (16) directed by said pointing
15 means (22,23,33) reach with an own focus a first plurality of points of said substrate (10) on said working area (12), and

— said beams (16) reach a second plurality of points (65) of said working area (12) with said focus at a
20 predetermined distance from said working area (12) and, therefore, from said substrate (10).

p.p. Hunkeler.it S.r.l

EL.EN. S.p.A

Fig. 1

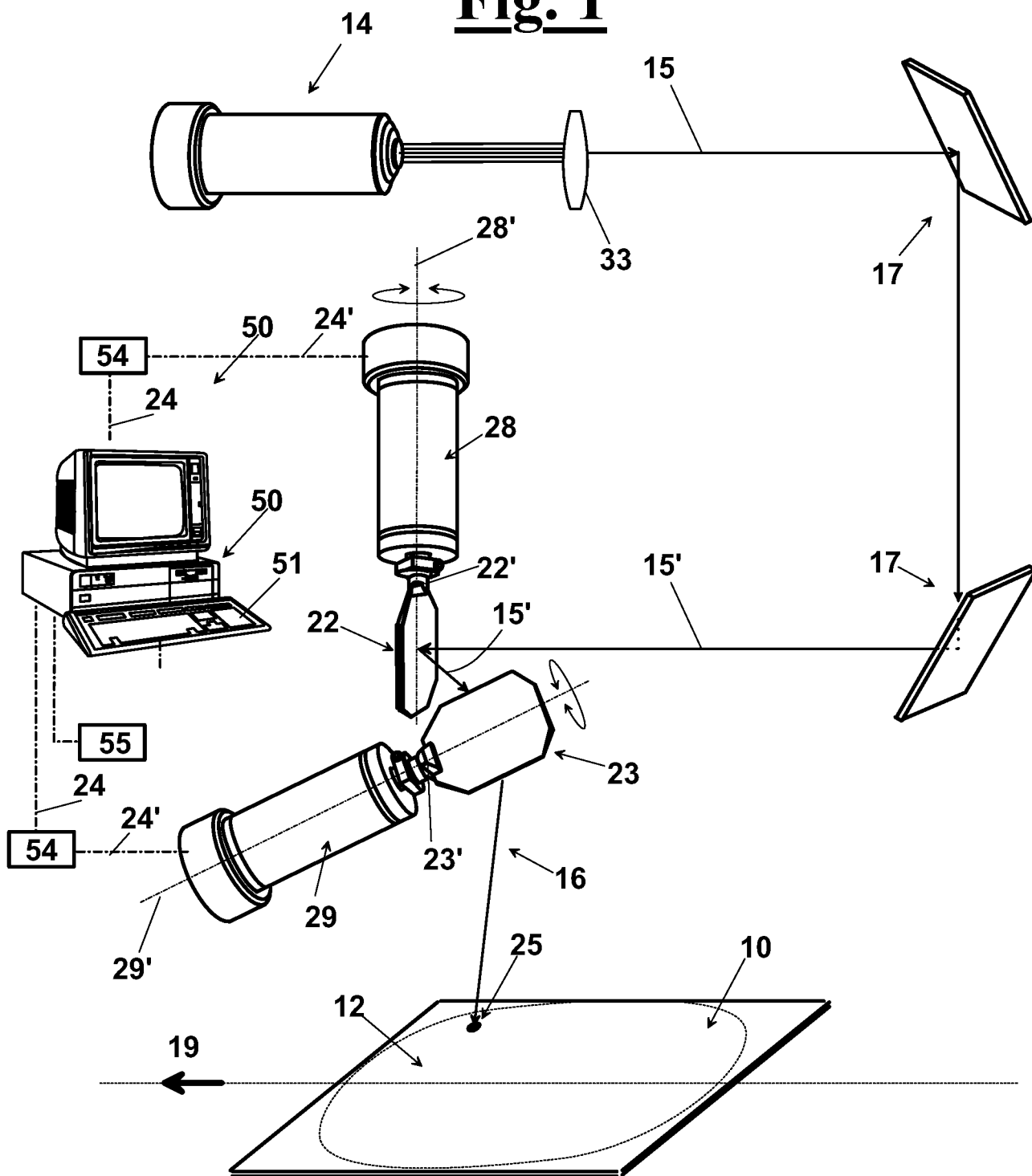


Fig. 2

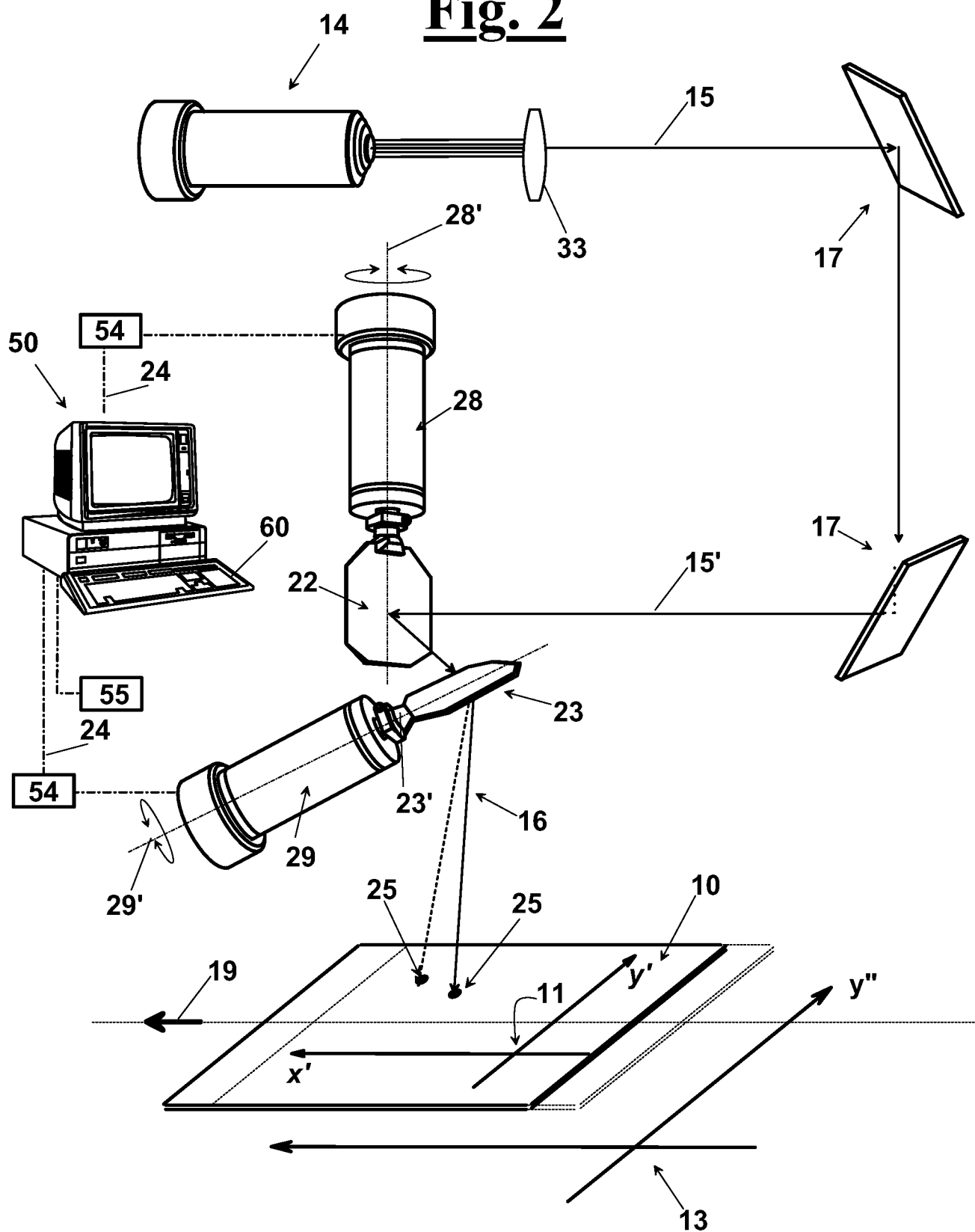
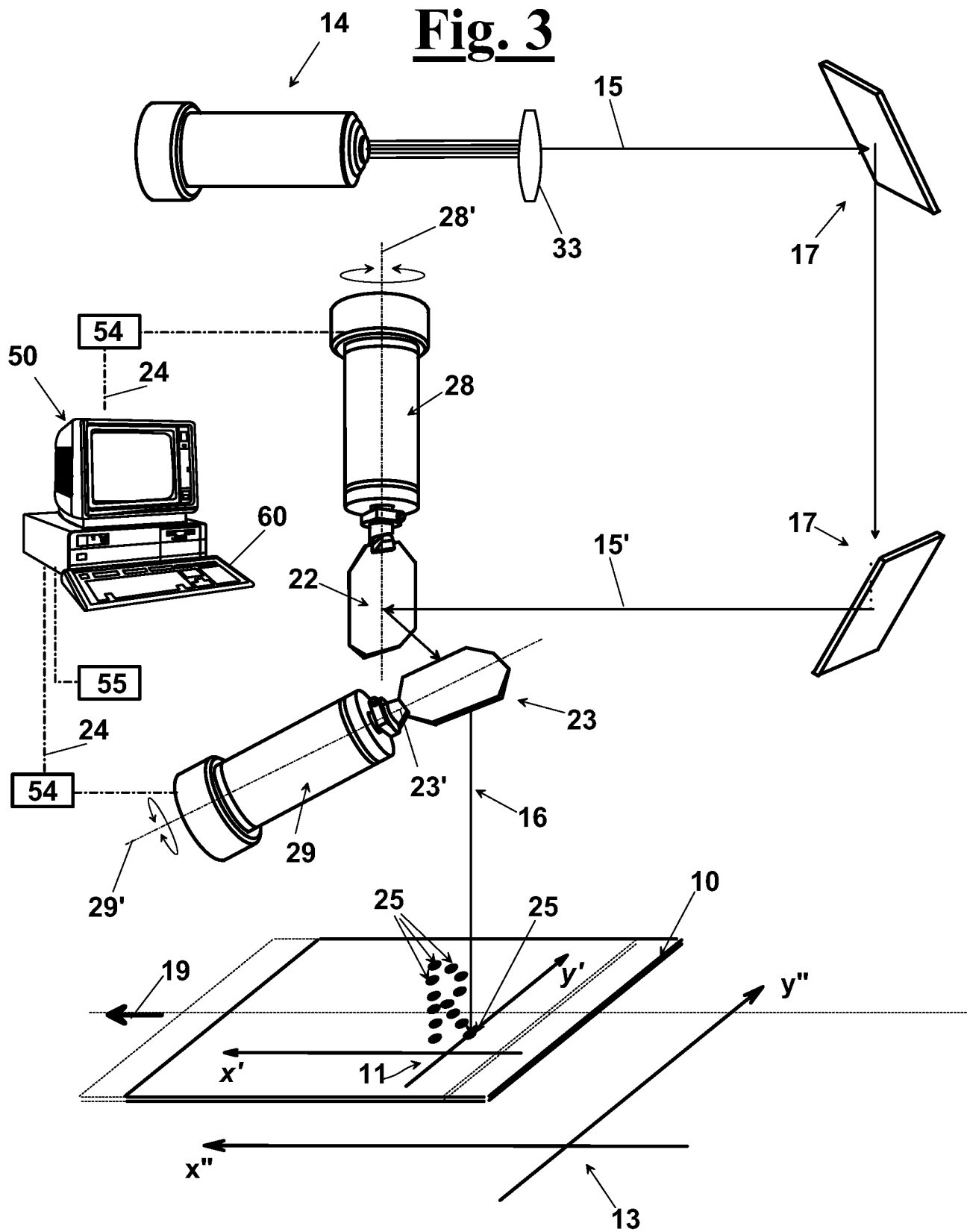


Fig. 3



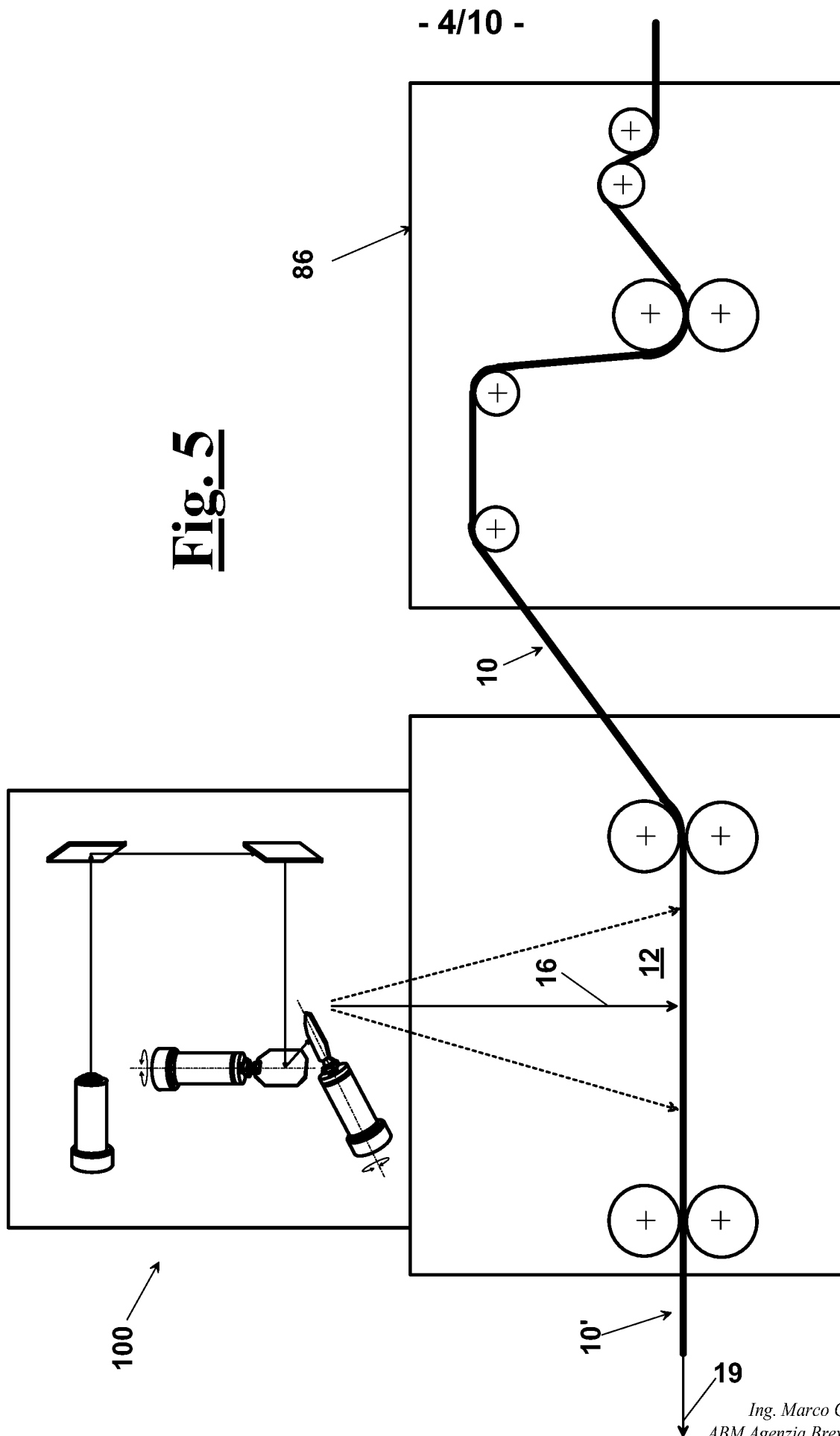


Fig. 5

- 4/10 -

Fig. 4

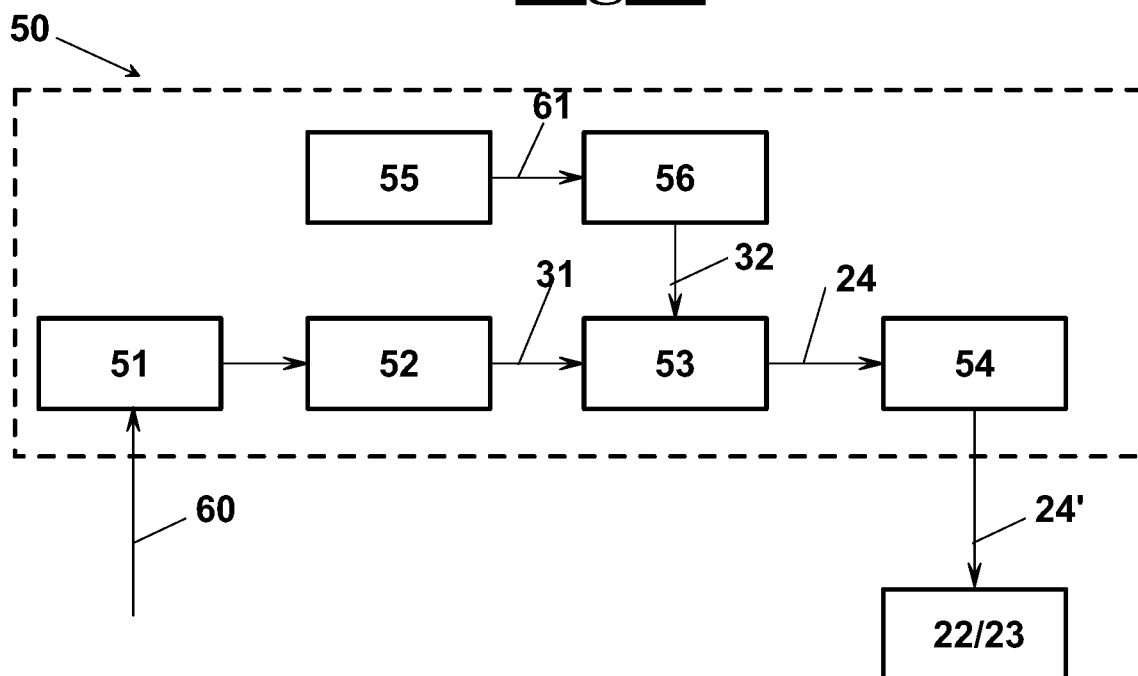


Fig. 6

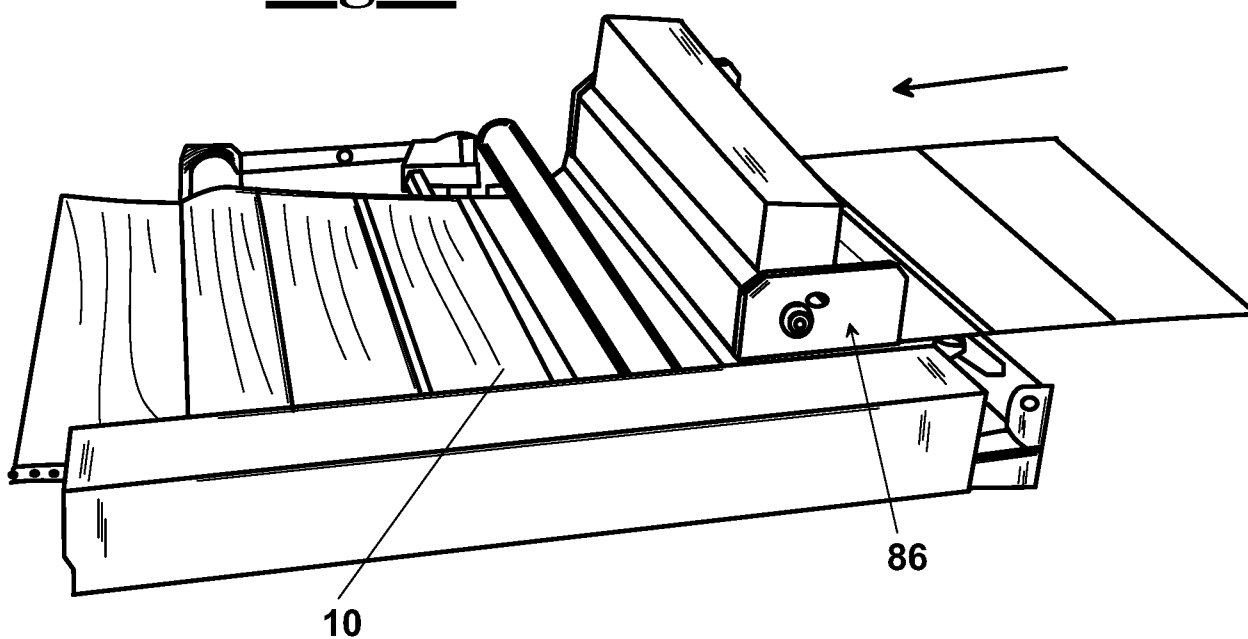


Fig.7

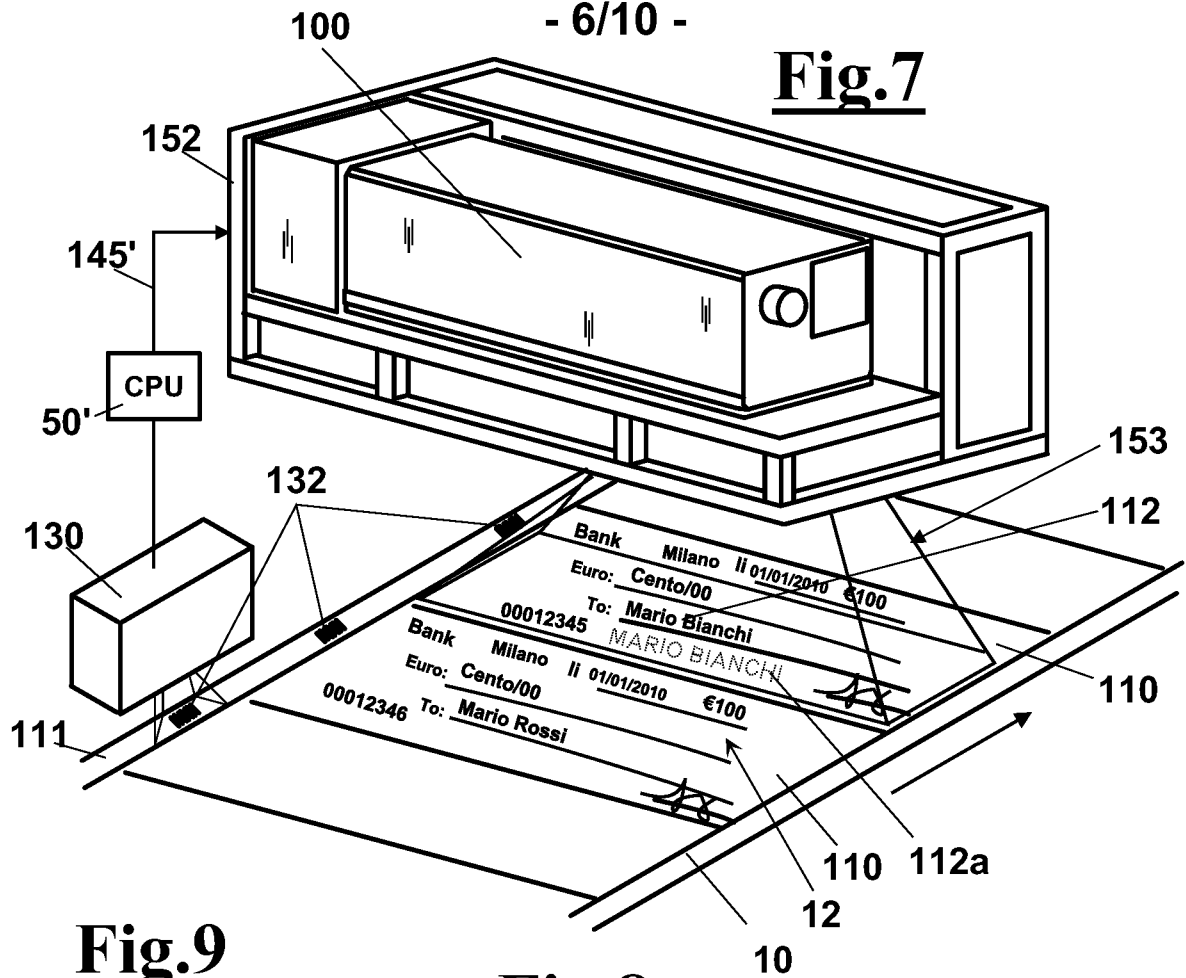


Fig.9

Fig.8

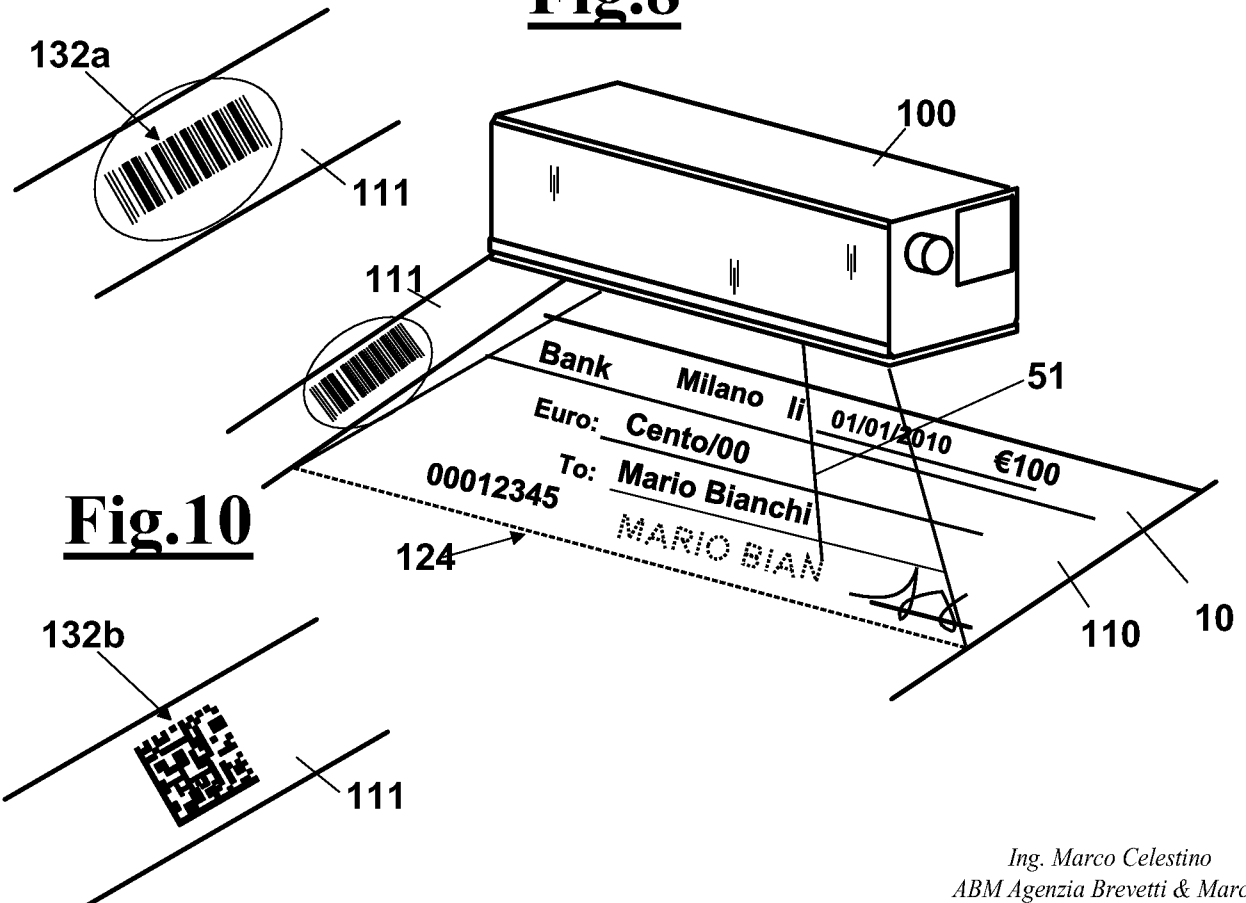
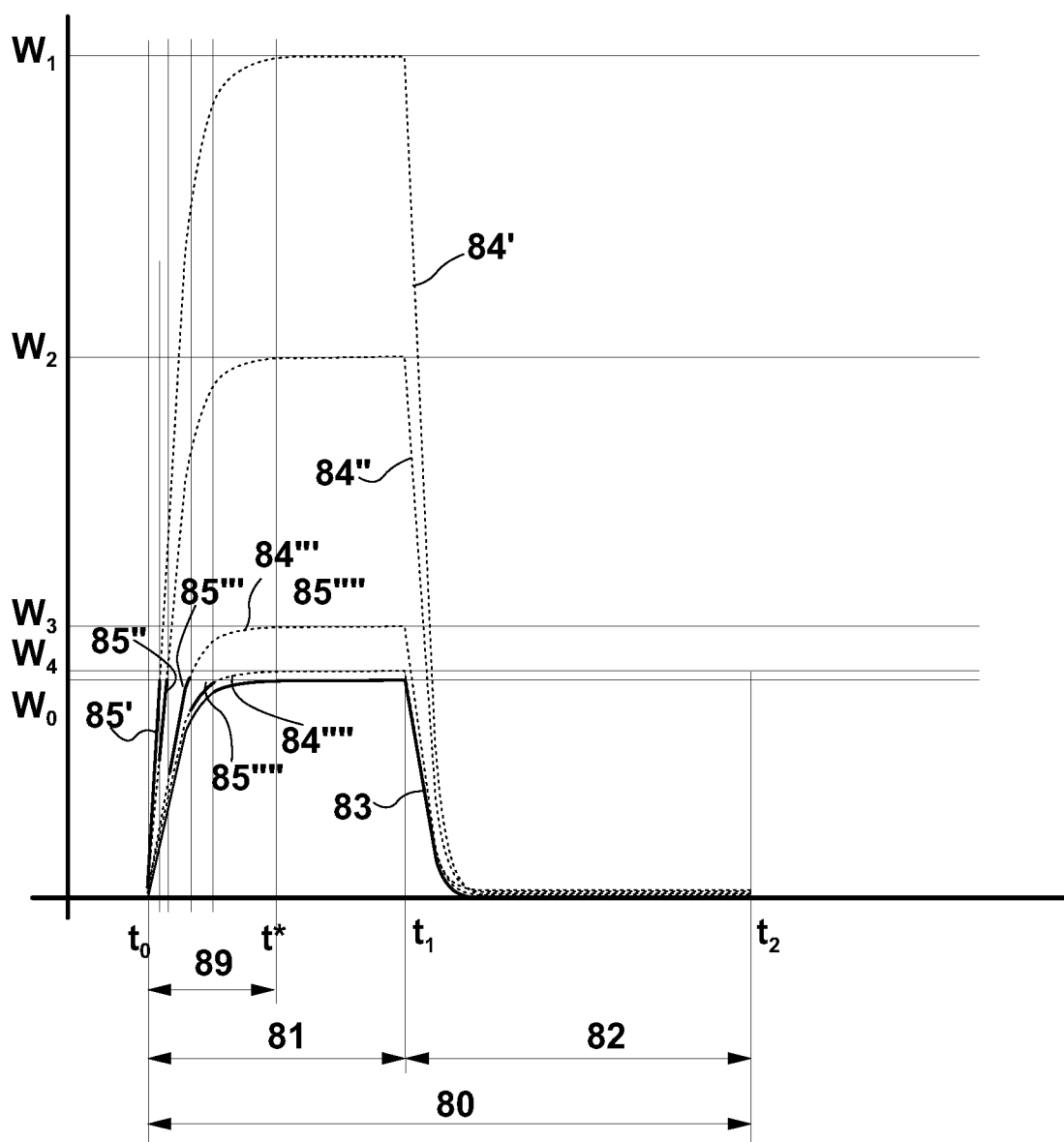


Fig.11



- 8/10 -

Fig.12
tecnica nota

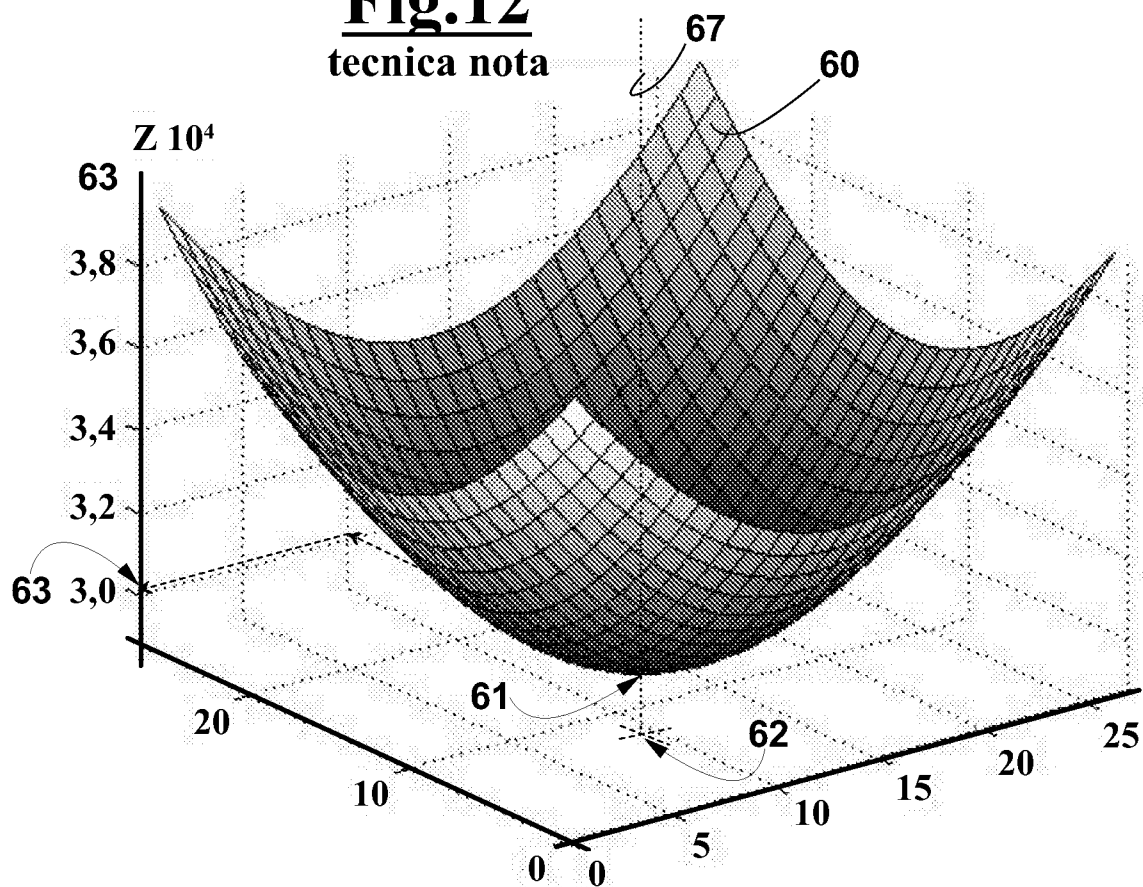


Fig.13

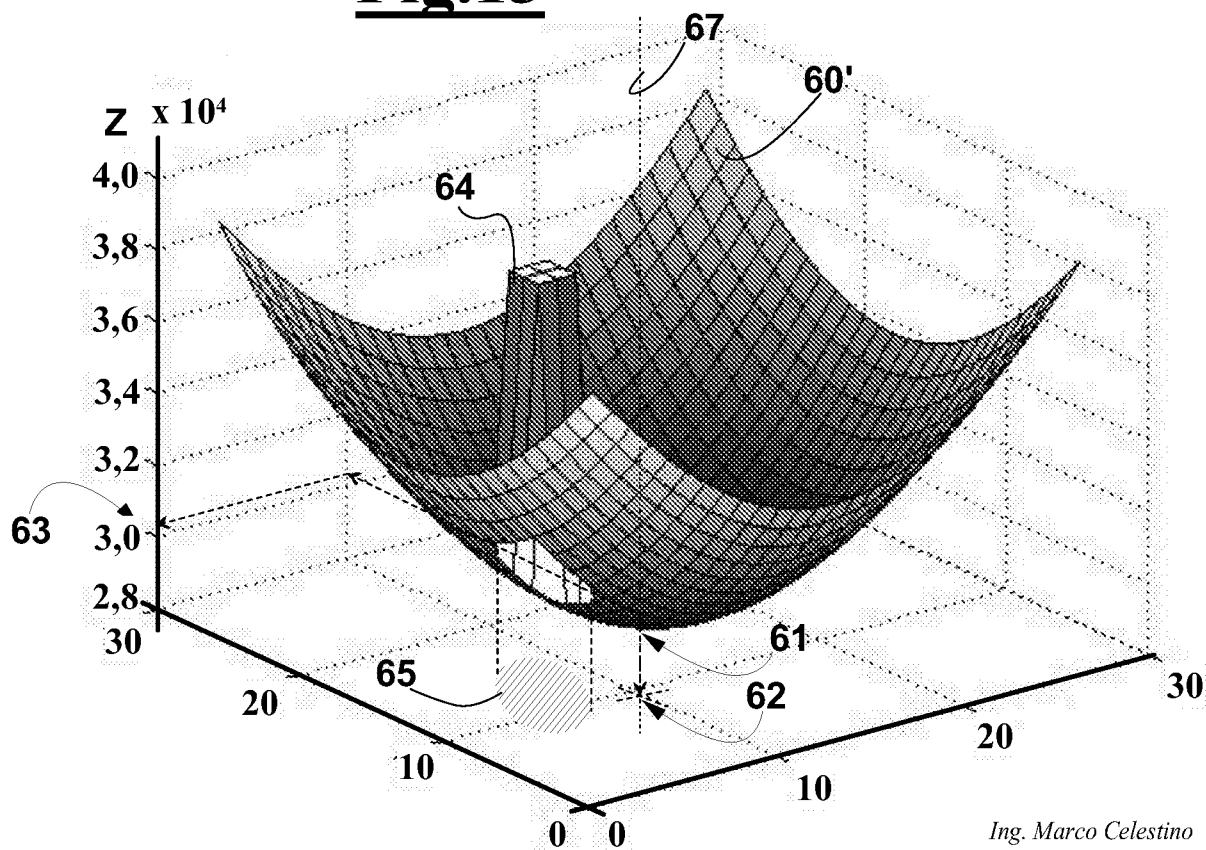


Fig.14

