



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UTBM

DOMANDA NUMERO	101997900625180
Data Deposito	24/09/1997
Data Pubblicazione	24/03/1999

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	41	J		

Titolo

SISTEMA DI ALLINEAMENTO PER TESTINE MULTIPLE DI STAMPA A COLORI A GETTO DI INCHIOSTRO E RELATIVA TESTINA DI STAMPA CON RILEVATORE OTTICO DI POSIZIONE INTEGRATO.

Classe internazionale: B41J 2/01

Descrizione dell'invenzione industriale avente per titolo:

"Sistema di allineamento per testine multiple di stampa a colori a getto di inchiostro e relativa testina di stampa con rilevatore ottico di posizione integrato",

a nome: Olivetti-Canon Industriale S.p.A. di nazionalità italiana e con sede in via G. Jervis, 60 - 10015 Ivrea (TO)

Inventori designati: CONTA Renato, SORIANI PierLuigi.

Depositata il:

24 SET. 1997

TO 97A 000844

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Area tecnologica dell'invenzione - Il sistema secondo l'invenzione è diretto ad ottenere l'allineamento operativo delle testine di stampa contenenti i diversi inchiostri colorati, montate sul carrello di scansione di una stampante a matrice di punti a getto di inchiostro.

Presupposti tecnici - Sono ampiamente note stampanti a colori a getto di inchiostro, sia del tipo "termico" che del tipo "piezoelettrico", dotate di una molteplicità di testine monocromatiche (tipicamente tre o quattro) fisicamente e meccanicamente identiche tra di loro, ma contenenti inchiostri diversi (tipicamente corrispondenti ai colori fondamentali ciano, giallo e magenta, ed eventualmente nero); ogni testina dispone di un elevato numero di ugelli per l'emissione di gocce di inchiostro (ad esempio, trecento, ma la tendenza attuale della tecnologia porta verso numeri ancora più alti) disposti a passo costante su una o più file parallele,

Carlo Casuccio

a cui corrispondono altrettanti elementi di emissione per generare le gocce di inchiostro selettivamente eiettate attraverso gli ugelli.

Come è noto nella tecnica più attuale, le testine di stampa a getto di inchiostro del tipo "termico" comprendono un substrato o "chip" di semiconduttore (solitamente silicio) su cui sono ricavati, per mezzo di tecnologie note, sia gli elementi più propriamente attinenti alla tecnologia del getto di inchiostro (i resistori di emissione), sia i "driver" di potenza per il loro pilotaggio e sia la logica di selezione del singolo resistore di emissione da pilotare; per i primi si utilizza normalmente la tecnologia del "film sottile", per i secondi la tecnologia LDMOS ("lateral double diffused MOS") e per i terzi la tecnologia CMOS, queste ultime due tecnologie in versione semplificata con il minor numero di passi di processo e di maschere, per rispondere alle sole esigenze funzionali delle testine "bubble ink-jet".

La precisione di posizionamento relativo degli ugelli tra di loro su una singola testina è molto elevata, poichè la piastra porta-ugelli è realizzata in un sol pezzo e la parte attiva della testina è realizzata su un unico "chip" di silicio, il tutto utilizzando tecnico microlito-fotografiche che garantiscono notevoli precisioni meccaniche. Non altrettanto si può dire della precisione di posizionamento con cui il "chip" è assemblato sul corpo del contenitore della testina, e quest'ultima è a sua volta montata sul carrello di scansione della stampante, cosicchè l'allineamento finale degli ugelli tra le diverse testine monocromatiche (necessario per ottenere una buona qualità di stampa, soprattutto in alta definizione, come è ben noto a chi è esperto del settore) può essere ottenuto solo mediante operazioni

aggiuntive di allineamento operativo delle testine da eseguirsi, in modo più o meno automatico, direttamente sulla stampante, con conseguenti difficoltà di ordine pratico ed economico.

Sommario dell'invenzione - Scopo della presente invenzione è quello di definire un sistema per ottenere l'allineamento operativo sia orizzontale (direzione di scansione) che verticale (direzione di interlinea) delle testine di stampa di una stampante a colori a getto di inchiostro dotata di testine multiple monocromatiche, con la precisione necessaria per una stampa a colori ad alta definizione di elevata qualità.

Il sistema dell'invenzione si basa sulla disponibilità di testine di stampa comprendenti almeno un dispositivo opto-elettronico che realizza un rilevatore ottico di posizione del tipo a quattro quadranti, integrato sul "chip" stesso della testina, cioè costruito nel corso del medesimo processo produttivo, mediante tecnologie standardizzate di produzione di circuiti integrati a semiconduttore, con cui sono realizzati, a partire dal comune substrato di silicio, gli altri componenti necessari al funzionamento della testina stessa, quali i resistori di emissione, i circuiti di selezione, i pilotaggi ed i conduttori di collegamento.

In tal modo, il dispositivo opto-elettronico integrato costituisce un rilevatore ottico di posizione allineato con gli ugelli con precisione fotografica, mediante il quale è possibile rilevare automaticamente sia la posizione orizzontale che quella verticale di ogni singola testina monocromatica montata sul carrello di scansione; il sistema dell'invenzione utilizza i rilevamenti di posizione così effettuati per operare

le opportune correzioni con cui compensare gli errori di allineamento geometrico riscontrati, tramite il governo elettronico della stampante.

Gli errori di allineamento orizzontale vengono corretti ritardando o anticipando opportunamente la temporizzazione della emissione delle gocce di inchiostro da parte delle diverse testine di stampa monocromatiche rispetto all'istante determinato in base alla posizione teorica della testina stessa ed alla velocità di spostamento del carrello; gli errori di allineamento verticale vengono corretti, invece, agendo opportunamente sulla posizione fisica delle testine (ad esempio, spostando verticalmente la testina di una quantità opportuna per mezzo di un micro motore piezoelettrico), oppure (accettando un disallineamento massimo di mezzo passo) rinunciando ad utilizzare gli ugelli di ogni testina collocati all'esterno di una fascia di allineamento comune.

Un altro scopo dell'invenzione è quello di definire un sistema per regolare l'allineamento meccanico sia orizzontale che verticale delle sedi di supporto delle testine di stampa di una stampante a colori a getto di inchiostro dotata di testine multiple con la precisione necessaria per una stampa a colori ad alta definizione, durante la fase di collaudo della stampante stessa o durante un intervento di manutenzione, usando una testina di stampa campione.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di definire un sistema per regolare l'allineamento meccanico sia orizzontale che verticale del sottogruppo di montaggio "chip + flat-cable" rispetto al contenitore di una testina di stampa per una stampante a colori a getto di

inchiostro dotata di testine multiple, durante la fase di costruzione della testina stessa.

Un altro scopo dell'invenzione è quello di quello di definire un sistema per regolare l'allineamento meccanico sia orizzontale che verticale tra di loro dei due o più "chip" che compongono una testina di stampa multipla (in grado di stampare in una sola passata una striscia di altezza tipicamente superiore ad un pollice) per applicazioni particolari (ad esempio, affrancatura postale).

Un altro scopo dell'invenzione è quello di quello di definire una testina di stampa dotata di un rilevatore ottico di posizione, integrato sullo stesso "chip" a semiconduttore e mediante le medesime tecnologie utilizzate per realizzare gli elementi di emissione e la circuiteria logica e di potenza.

I suddetti scopi sono ottenuti per mezzo di un sistema di allineamento operativo delle testine monocromatiche di stampa di una stampante a colori a getto di inchiostro dotata di testine multiple, e per mezzo di una testina di stampa con rilevatore ottico di posizione integrato, caratterizzati come definito nelle rivendicazioni principali.

Questi ed altri scopi, caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno evidenti sulla base della seguente descrizione di una sua forma preferita di realizzazione, fatta a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento agli annessi disegni.

ELENCO DELLE FIGURE

Fig. 1 - Rappresenta lo schema elettrico semplificato del dispositivo opto-elettronico integrato sul "chip" della testina di stampa secondo l'invenzione per rilevarne l'allineamento.

Fig. 2 - Rappresenta schematicamente una vista in sezione del dispositivo optoelettronico di Fig. 1.

Fig. 3 a - Rappresenta schematicamente una vista in pianta dell'area sensibile del dispositivo opto-elettronico di Fig. 1.

Fig. 3 b - Rappresenta schematicamente una vista in pianta dell'area sensibile del dispositivo opto-elettronico di Fig. 1, con l'aggiunta di un fototransistore di taratura.

Figg. 4a ÷ 4g - Rappresentano schematicamente sette diverse possibili posizioni dell'area fotosensibile del dispositivo opto-elettronico di Fig. 1 rispetto allo "spot" di luce del raggio luminoso focalizzato da un illuminatore.

Fig. 5a - Rappresenta diagrammaticamente l'andamento delle tensioni V_A e V_B ricavate dalle fotocorrenti di emettitore dei due fototransistori T_A e T_B in corrispondenza delle sette posizioni dell'area fotosensibile del dispositivo opto-elettronico di Fig. 1 rispetto allo "spot" di luce del raggio luminoso focalizzato da un illuminatore rappresentate nelle Figg. 4a ÷ 4g.

Fig. 5b - Rappresenta diagrammaticamente l'andamento della differenza $(V_A - V_B)$ delle tensioni V_A e V_B rappresentate in Fig. 5a.

DESCRIZIONE DELLA FORMA PREFERITA

Il sistema di allineamento secondo l'invenzione, diretto ad ottenere l'allineamento operativo sia orizzontale che verticale delle testine di stampa di una stampante a colori a getto di inchiostro dotata di testine multiple monocromatiche montate sul carrello di scansione con la precisione necessaria per una stampa a colori ad alta definizione, richiede la disponibilità, aggiuntiva rispetto a quanto normalmente presente in una analoga stampante secondo la tecnica nota, di:

- a) testine di stampa dotate di un rilevatore ottico di posizione a quattro quadranti integrato, cioè costruito nel corso del medesimo processo produttivo, mediante tecnologie standardizzate di produzione di circuiti integrati a semiconduttore, con cui sono realizzati, a partire dal comune substrato di silicio, gli altri componenti necessari al funzionamento della testina stessa, quali i resistori di emissione, i circuiti di selezione, i pilotaggi ed i conduttori di collegamento
- b) un dispositivo di illuminazione fisso a bordo della stampante,
- c) un dispositivo per effettuare uno spostamento in verticale delle testine di stampa,
- d) un governo elettronico in grado di elaborare i segnali generati dal rilevatore ottico di posizione e di modulare la temporizzazione di emissione delle gocce di inchiostro in funzione dei segnali così elaborati, le cui caratteristiche rilevanti ai fini della presente invenzione verranno più dettagliatamente descritte di seguito.

Testina di stampa. - La testina di stampa secondo l'invenzione è una testina a getto di inchiostro del tipo termico multiugelli, con circuiti di selezione e di pilotaggio realizzati in tecnologia CMOS e LDMOS e componenti per la generazione delle gocce realizzati in tecnologia a film sottile, integrati su di un unico supporto (substrato o "chip" a semiconduttore), del tipo noto nella tecnica, che comprende inoltre un dispositivo opto-elettronico 10, di cui nella Fig. 1 è rappresentato lo schema elettrico, costituente un rilevatore di posizione del tipo a quattro quadranti, anch'esso integrato sul medesimo supporto e realizzato con le medesime tecnologie dei circuiti integrati a semiconduttore sopra citati.

Dal punto di vista elettrico, il dispositivo opto-elettronico 10 consta di quattro fototransistori T_A , T_B , T_C e T_D identificati rispettivamente con i numeri 30, 40, 50 e 60, aventi basi aperte B_A , B_B , B_C , e B_D identificate rispettivamente con i numeri 31, 41, 51 e 61; collettori comuni C_A , C_B , C_C e C_D identificati rispettivamente con i numeri 33, 43, 53 e 63 connessi elettricamente tra di loro in un nodo comune 34 da cui ricevono una alimentazione $V+$ 35; ed emettitori indipendenti E_A , E_B , E_C ed E_D identificati rispettivamente con i numeri 32, 42, 52 e 62.

Le fotocorrenti i_A , i_B , i_C ed i_D generate dai fototransistori T_A 30, T_B 40, T_C 50 e T_D 60 sui corrispondenti emettitori E_A 32, E_B 42, E_C 52 ed E_D 62 quando le relative basi B_A 31, B_B 41, B_C 51, e B_D 61 vengono opportunamente illuminate, sono individualmente raccolte da quattro distinti amplificatori noti in sé, preferibilmente integrati sul medesimo "chip" della testina, non mostrati in figura, che generano in risposta quattro segnali di tensione in uscita V_A , V_B , V_C e V_D proporzionali alle singole

fotocorrenti i_A , i_B , i_C ed i_D e di livello opportuno (ad esempio, variabili tra 0 e +5 V). I segnali di tensione V_A , V_B , V_C e V_D in uscita dagli amplificatori sono forniti in ingresso a circuiti elettronici standardizzati (ad esempio, amplificatori differenziali e comparatori), a loro volta anch'essi preferibilmente integrati sul medesimo "chip" della testina ma facenti funzionalmente parte del governo elettronico della stampante, per una loro successiva elaborazione

La struttura fisica del dispositivo opto-elettronico 10 è rappresentata schematicamente nella Fig. 2 mediante una vista in sezione che mostra una sola coppia di fototransistori (ad esempio, T_A 30 e T_D 60). La coppia di fototransistori verticali T_A 30 e T_D 60 è costituita dalle zone N+ rappresentanti i collettori 33 e 63 collegati ad una uscita comune 34; dai "body" 31 e 61 di tipo P rappresentanti le basi aperte; e dagli strati 32 e 62 di tipo N rappresentanti gli emettitori. Essa è delimitata da una "well" 21 di tipo N, realizzata per diffusione su un substrato 20 di silicio di tipo P in una zona di quest'ultimo non protetta da uno strato 25 di ossido di campo SiO_2 (Locos - ossidazione locale del substrato di Silicio); il dispositivo opto-elettronico 10 è poi protetto da uno strato 26 di passivazione di protezione (BPSG - vetrificazione silicea al Boro/Fosforo), ad eccezione delle aree dove sono depositate le metallizzazioni che costituiscono i conduttori di uscita 34 per i collettori, e 36, 66 per gli emettitori.

Gli altri due fototransistori verticali T_B 40 e T_C 50 del dispositivo opto-elettronico 10 di Fig. 1, con collettore comune e base

aperta identici e contigui a quelli precedentemente descritti, sono integrati sul substrato 20 nella direzione perpendicolare al piano della Fig. 2 in modo da realizzare complessivamente un rilevatore ottico di posizione a quattro quadranti.

La configurazione geometrica delle aree attive dei fototransistori verticali T_A 30, T_B 40, T_C 50 e T_D 60 costituenti il dispositivo optoelettronico 10 è rappresentata mediante la vista in pianta di Fig. 3a; i quattro quadranti sono costituiti dalle aree fotosensibili A, B, C e D corrispondenti alle basi aperte B_A 31, B_B 41, B_C 51, e B_D 61, e ciascuna delle aree fotosensibili A, B, C e D ha esemplificativamente una forma rettangolare le cui dimensioni sono preferibilmente comprese nei seguenti limiti:

- altezza 100÷500 μm
- larghezza 10÷200 μm .

Inoltre, le aree fotosensibili A e B, e rispettivamente C e D, sono contigue tra di loro lungo la dimensione minore e, a loro volta, affacciate lungo la dimensione maggiore secondo una retta verticale L in modo da formare complessivamente un unico rettangolo in cui le singole aree fotosensibili si susseguono in senso orario secondo l'ordine A→B→C→D e la retta L rappresenta l'asse di simmetria verticale. Esemplificativamente, se le singole aree A, B, C e D hanno dimensione 250X50 μm , detto unico rettangolo ha dimensioni 500X100 μm .

Secondo una variante dell'invenzione, il dispositivo optoelettronico 10, oltre ai fototransistori verticali T_A 30, T_B 40, T_C 50 e T_D 60, comprende anche un fototransistore di taratura, il cui utilizzo verrà illustrato

successivamente., realizzato con la medesima tecnologia descritta precedentemente, con un'area fotosensibile E di forma rettangolare, allineata con le aree fotosensibili A, B, C e D con il lato maggiore (altezza) parallelo alla retta verticale L, come mostrato in Fig. 3b, e di dimensione pari al doppio dell'altezza delle aree fotosensibili A, B, C o D e il lato minore di pari larghezza.

A titolo di esempio, i valori dei drogaggi e gli spessori dei corrispondenti strati utilizzati per produrre il dispositivo 10, tipici della tecnologia CMOS/LDMOS, sono i seguenti:

- N+ emettitore: $> 10^{20} \text{ cm}^{-3}$; $x_j = 0,5 \mu\text{m}$,
- P "body": $\approx 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$; $x_j = 1,5 \mu\text{m}$,
- N "well": $\approx 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$; $x_j = 4,5 \mu\text{m}$,
- P substrato: $\approx 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$.

E' opportuno sottolineare che Il dispositivo opto-elettronico 10 così ottenuto non è ottimizzato rispetto a soluzioni mirate ad ottenere le migliori caratteristiche (ad es., risposta in frequenza, rumore, sensibilità, ecc.), ma presenta comunque buone caratteristiche funzionali ed è soprattutto ottenuto con gli stessi passi di processo e le stesse maschere comunque necessarie a realizzare una testina "termica" a getto di inchiostro integrata, e quindi senza aumento di costi e difficoltà rispetto alle testine note.

Inoltre, il processo descritto consente di ottenere una ottima riproducibilità delle caratteristiche fotoelettriche dei fototransistori verticali T_A 30, T_B 40, T_C 50 e T_D 60, poichè esse dipendono essenzialmente dal drogaggio del P "body" 21 e dalla giunzione P "body"/N "well", cosicchè la dispersione dei valori della fotocorrente di emettitore fra i diversi

fototransistori integrati sullo stesso "chip" è inferiore al $\pm 2\%$, mentre la dispersione della fotocorrente di emettitore fra dispositivi opto-elettronici 10 integrati su "chip" diversi è contenuta nel $\pm 10\%$, nel caso in cui i drogaggi delle aree N e P siano realizzati mediante "ion implantation" con controllo del drogaggio migliore del $\pm 5\%$.

Ma il principale vantaggio ottenuto dall'aver integrato il dispositivo opto-elettronico 10 sul "chip" della testina, è l'estrema precisione con cui il dispositivo stesso è posizionato rispetto agli ugelli poichè il tutto è realizzato su un unico substrato di silicio, utilizzando tecnico microlitografiche che garantiscono notevoli precisioni meccaniche, in modo da costituire un rilevatore ottico di posizione ottimizzato per l'impiego cui è destinato.

Dispositivo di illuminazione. E' costituito da una sorgente luminosa, tipicamente un diodo luminoso (LED) a infrarossi o un diodo laser, noti in sè, con emissione su una banda di lunghezza d'onda centrata all'incirca su 900 nm; tipicamente un illuminatore di questo tipo fornisce una potenza luminosa di circa 0,25 mW a 800 nm con una potenza elettrica assorbita di circa 10 mW. Utilizzando un sistema di lenti noto (ad esempio, una "Multielement collimating lens", prodotta dalla Optima Precision Inc, USA) ed un opportuno diaframma circolare, si ottiene un punto o "spot" luminoso circolare 30 (Fig. 4a) del diametro di 250 μm focalizzato ad una distanza di 7-8 mm dalla sorgente ed avente una intensità di illuminazione uniforme su tutta l'area circolare 30 di circa 20 mW/cm^2 .

Il dispositivo di illuminazione (non mostrato in alcuna figura, non rivestendo carattere inventivo ed essendo facilmente duplicabile da chi è

esperto del settore) è vincolato ad un elemento fisso (ad esempio, la struttura) della stampante in posizione tale da proiettare lo "spot" luminoso circolare 30 in corrispondenza dei dispositivi opto-elettronici 10 integrati sui "chip" delle singole testine di stampa montate sul carrello di scansione della stampante quando quest'ultimo, nella sua corsa, si viene a trovare in una posizione determinata, come è mostrato nelle Figg. 4a +4g.

Con il valore di intensità di illuminazione sopra citato, ciascuno dei fototransistori verticali T_A 30, T_B 40, T_C 50 e T_D 60 costituenti il dispositivo opto-elettronico 10 (considerando, come valori tipici per un fototransistore NPN verticale prodotto con tecnologia CMOS/LDMOS, una efficienza quantica del 50% nel campo di lunghezza d'onda di 700-800 nm ed un guadagno $\beta = 40\div 50$), genera una fotocorrente di emettitore (proporzionale alla superficie fotosensibile illuminata, essendo l'intensità di illuminazione uniforme) massima di circa 200 μA ed una corrente di buio di 10÷50 nA.

Dispositivo per effettuare lo spostamento in verticale. Secondo una forma preferita di realizzazione dell'invenzione, è costituito da un motore del tipo piezoelettrico, noto in sè, in grado di tradurre una tensione in ingresso direttamente in uno spostamento lineare di un suo organo (dispositivo automatico); secondo una forma alternativa di realizzazione dell'invenzione è vantaggiosamente rappresentato, ad esempio, da una camma eccentrica, come è ben noto in meccanica (dispositivo manuale).

Governo elettronico. Comprende tipicamente un microprocessore, noto in sè, ed almeno una memoria a sola lettura ROM di tipo noto, il cui utilizzo verrà meglio precisato in seguito, ed è caratterizzato dal

comprendere inoltre gli amplificatori delle fotocorrenti di emettitore i_A , i_B , i_C ed i_D per generare i segnali di tensione V_A , V_B , V_C e V_D precedentemente citati, amplificatori operazionali per eseguire la differenza di due segnali, e comparatori per confrontare due segnali. tutti circuiti elettronici standardizzati noti in sè.

Verrà ora descritto il metodo con cui il dispositivo opto-elettronico 10 viene utilizzato per la misura dell'allineamento verticale di una testina secondo l'invenzione, con riferimento alle Figg. 4a-4g, nell'ipotesi, non limitativa, che il disallineamento in verticale della testina rispetto alla posizione teorica sia contenuto entro $\pm 125 \mu\text{m}$, e che ciascuna delle aree fotosensibili A, B, C, e D abbia una forma rettangolare di dimensione $250 \times 50 \mu\text{m}$. Nelle figure 4a-4g sono rappresentate esemplificativamente alcune tra le possibili posizioni relative tra lo "spot" circolare luminoso 30 e le aree fotosensibili A, B, C e D nell'istante in cui la testina, trasportata dal carrello di scansione, si trova a passare esattamente in corrispondenza dello "spot" luminoso circolare 30 (e quindi il centro del cerchio 30 si trova in corrispondenza della linea verticale L che separa le aree A e B rispettivamente dalle aree D e C, rappresentata in Fig. 3a).

Tenuto conto delle relazioni tra le dimensioni dello "spot" luminoso circolare 30 e quelle delle aree fotosensibili A, B, C e D precedentemente citate, è immediato riconoscere che la posizione dello "spot" luminoso circolare 30 rispetto alle aree fotosensibili A, B, C e D del dispositivo opto-elettronico 10 integrato sulla testina varierà tra una condizione di totale sovrapposizione ad una di assenza di sovrapposizione: nelle Fig. 4a-4g sono rappresentate esemplificativamente sette diverse condizioni ①-⑦

comprese entro questi due estremi, essendo la condizione ④ (Fig. 4d) quella teorica di allineamento verticale, in cui il centro del cerchio 30 si trova esattamente coincidente con il centro del rettangolo formato dall'insieme delle aree fotosensibili A, B, C e D di Fig. 3a.

Per il rilievo dell'allineamento verticale è sufficiente utilizzare una sola coppia di fototransistori del dispositivo opto-elettronico 10, ad esempio la coppia T_A 30 e T_B 40; indicando rispettivamente con V_A e V_B le tensioni in uscita dai circuiti di amplificazione precedentemente citati, collegati agli emettitori dei fototransistori T_A 30 e T_B 40 aventi le aree fotosensibili A e B corrispondenti, in Fig. 5a è rappresentato schematicamente l'andamento dei valori di V_A e V_B in corrispondenza di ciascuna delle condizioni ①÷⑦ delle Fig. 4a÷4g; mentre in Fig. 5b è rappresentato schematicamente l'andamento dei valori della differenza ($V_A - V_B$) sempre in corrispondenza di ciascuna delle condizioni ①÷⑦ delle Fig. 4a÷4g. E' immediato osservare che i valori della differenza ($V_A - V_B$), nell'istante in cui il centro dell'area circolare 30 si trova in corrispondenza della linea verticale L che separa le aree A e B rispettivamente dalle aree D e C, sono rappresentativi del disallineamento verticale della testina rispetto alla posizione teorica, essendo

$$(V_A - V_B) = 0 \quad (1)$$

la condizione teorica di perfetto allineamento.

Verrà ora descritto il metodo con cui il dispositivo opto-elettronico 10 viene utilizzato per individuare la condizione di allineamento in orizzontale tra il centro dello "spot" luminoso circolare 30 e la linea verticale L che separa le aree A, B rispettivamente dalle aree C, D,

precedentemente citata come condizione necessaria per effettuare la misura dell'allineamento verticale di una testina secondo l'invenzione.

Per individuare il verificarsi di questa condizione è necessario utilizzare tutti e quattro i fototransistori verticali T_A 30, T_B 40, T_C 50 e T_D 60 costituenti il dispositivo opto-elettronico 10, confrontando tra di loro le coppie di segnali V_A , V_D e V_B , V_C ; è immediato constatare, anche sulla scorta delle Fig. 4a-4g, che la condizione in cui il centro del cerchio 30 si trova in corrispondenza della linea verticale L che separa le aree A e B rispettivamente dalle aree D e C corrisponde al verificarsi contemporaneo delle due condizioni

$$(V_A = V_D) \text{ e } (V_B = V_C), \quad (2)$$

escludendo la condizione

$$V_A = V_D = V_B = V_C = 0 \quad (3)$$

che significa che i fototransistori T_A 30, T_B 40, T_C 50 e T_D 60 non sono illuminati.

Il governo elettronico della stampante è in grado di verificare, con mezzi noti a chi è esperto del settore, il realizzarsi di queste condizioni e quindi di eseguire correttamente anche la misura dell'allineamento verticale.

E' ora possibile descrivere il sistema di allineamento per testine multiple di stampa a colori a getto di inchiostro secondo l'invenzione, contenenti rispettivamente, ad esempio, un inchiostro nero, un inchiostro ciano, un inchiostro giallo ed un inchiostro magenta, e montate sul carrello di scansione di una stampante, a sua volta dotata del dispositivo di illuminazione, del dispositivo per effettuare uno spostamento in verticale

delle testine di stampa, e del governo elettronico precedentemente descritti.

Detto sistema di allineamento comprende sostanzialmente le seguenti fasi:

- una prima fase consistente nel rilievo del disallineamento orizzontale di ciascuna testina,
- una seconda fase consistente nel rilievo del disallineamento verticale di ciascuna testina,
- una terza fase consistente nella correzione della temporizzazione della emissione delle gocce da parte di ogni singola testina, per compensare il disallineamento orizzontale rilevato nella prima fase,
- una quarta fase consistente nella correzione della posizione verticale di ogni singola testina, rilevata nella seconda fase.

Prima fase. Il rilievo del disallineamento orizzontale di una testina rispetto alla posizione teorica, comporta la misura dello scostamento temporale tra l'istante t_1 in cui la testina stessa, trasportata dal carrello di scansione, si trova a passare esattamente in corrispondenza dello "spot" luminoso circolare 30 (e quindi il centro del cerchio 30 si trova in corrispondenza della linea verticale L che separa le aree A e B rispettivamente dalle aree D e C, rappresentata in Fig. 3a), e l'istante teorico t_0 predeterminato in cui l'evento dovrebbe verificarsi.

Detto scostamento avrà segno positivo e valore pari a Δt_A , nel caso in cui la testina risulta spostata orizzontalmente nella direzione di scansione del carrello rispetto alla posizione teorica che dovrebbe occupare (si presenta, cioè, in anticipo); ed avrà segno negativo e valore

pari a Δt_R , nel caso in cui la testina risulta spostata orizzontalmente in direzione opposta alla direzione di scansione del carrello rispetto alla posizione teorica che dovrebbe occupare (si presenta, cioè, in ritardo).

Tale misura è eseguita dal governo elettronico della stampante con metodi ben noti a chi è esperto del settore, ad esempio, contando quanti impulsi emessi da un oscillatore di frequenza nota sono contenuti tra l'istante teorico t_0 , calcolato in base alla posizione in cui è fissato il dispositivo di illuminazione, e l'istante effettivo t_1 in cui si verifica la citata condizione di allineamento orizzontale.

Seconda fase. Il rilievo dell'allineamento verticale di una testina rispetto alla sua posizione teorica comporta la misura del valore della differenza ($V_A - V_B$) nella condizione di allineamento orizzontale, e cioè nell'istante t_1 , rilevato nella prima fase.

Terza fase. La correzione della temporizzazione della emissione delle gocce viene eseguita dal governo elettronico della stampante ritardando, rispetto all'istante t_0 teoricamente determinato, l'emissione delle gocce di inchiostro da parte delle testine che risultino spostate orizzontalmente in direzione opposta alla direzione di scansione del carrello rispetto alla posizione teorica che dovrebbero occupare di un tempo pari a Δt_R ; e anticipando, sempre rispetto all'istante t_0 teoricamente determinato, l'emissione delle gocce di inchiostro da parte delle testine che risultino spostate orizzontalmente nella direzione di scansione del carrello rispetto alla posizione teorica che dovrebbero occupare, di un tempo Δt_A .

Quarta fase. La correzione della posizione verticale viene eseguita dal governo elettronico della stampante per le testine che, sulla base dei rilievi eseguiti nella seconda fase, risultino disallineate verticalmente, secondo una forma di esecuzione preferita della presente invenzione, mediante l'opportuno azionamento di un motore piezoelettrico per spostarle verticalmente verso il basso o verso l'alto. La determinazione della esatta entità dello spostamento da effettuare è fatta dal governo elettronico della stampante sulla base di una tabella di conversione ("look-up table") tra i valori della differenza ($V_A - V_B$) ed i micron di disallineamento che essi rappresentano, memorizzata, ad esempio, in una ROM e predeterminata in base alle caratteristiche note (geometriche, ottiche ed elettriche) degli elementi coinvolti nella misura (dispositivo ottico, dispositivo di illuminazione, amplificatori, ecc.).

Naturalmente è possibile apportare modifiche e aggiunte all'invenzione sopra descritta, senza per ciò uscire dall'ambito della medesima.

Ad esempio, è possibile che la correzione della posizione verticale, corrispondente alla quarta fase del sistema di allineamento secondo l'invenzione, venga eseguita mediante l'opportuno azionamento da parte di un operatore di una camma eccentrica per spostare verticalmente verso il basso o verso l'alto la testina di una certa quantità, attraverso aggiustamenti successivi determinati sulla base di una segnalazione del risultato ottenuto visualizzata dal governo elettronico della stampante.

Oppure è possibile, in alternativa alla correzione della posizione verticale e nell'ipotesi che anche con uno sfasamento verticale di mezzo

passo si ottenga comunque una qualità di stampa accettabile, rinunciare ad utilizzare gli ugelli di ciascuna testina che risultino esterni ad una fascia orizzontale comune. Ad esempio, nel caso di passo tra gli ugelli pari a $1/600$ di pollice ($\approx 42 \mu\text{m}$), mantenendo l'ipotesi di disallineamento verticale massimo tra le testine di $\pm 125 \mu\text{m}$, nel caso pessimo si dovrebbe rinunciare all'utilizzo di sei ugelli.

Inoltre è possibile implementare una funzionalità aggiuntiva, consistente nella possibilità di tarare automaticamente l'intensità luminosa dello "spot" circolare 30 in funzione della sensibilità dei fototransistori per ottenere valori delle fotocorrenti di emettitore i_A , i_B , i_C ed i_D costanti da testina a testina; ciò richiede l'integrazione di un fototransistore di taratura T_E con un'area fotosensibile E (v. Fig. 3b) di altezza pari almeno al valore del disallineamento massimo ipotizzato, ad esempio $500 \mu\text{m}$. La potenza elettrica fornita alla sorgente luminosa del dispositivo di illuminazione viene regolata automaticamente in modo da ottenere un valore prefissato per la massima fotocorrente di emettitore i_E del fototransistore di taratura T_E , e questa regolazione viene poi mantenuta per la successiva fase di rilievo dell'allineamento della testina descritto precedentemente.

Infine, è possibile utilizzare il dispositivo opto-elettronico 10 integrato sul "chip" della testina, mediante ovvie modifiche del sistema descritto, per regolazioni di allineamento durante fasi di lavorazione interne al processo produttivo della testina stessa o della stampante, come ad esempio:

- regolare l'allineamento meccanico sia orizzontale che verticale delle sedi di supporto delle testine di stampa sul carrello di scansione di

una stampante a colori a getto di inchiostro dotata di testine multiple, durante la fase di collaudo della stampante stessa o durante un intervento di manutenzione, usando una testina di stampa campione; oppure

- regolare l'allineamento meccanico sia orizzontale che verticale del sottogruppo di montaggio "chip + flat-cable" rispetto al contenitore di una testina di stampa, durante la fase di costruzione della testina stessa; o anche

- regolare l'allineamento meccanico sia orizzontale che verticale tra di loro dei due o più "chip" che compongono una testina di stampa multipla (in grado di stampare in una sola passata una striscia di altezza tipicamente superiore ad un pollice) per applicazioni particolari (ad esempio, affrancatura postale).

In breve, fermo restando il principio della presente invenzione, i particolari realizzativi e le forme di attuazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione stessa.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema di allineamento per testine multiple di stampa a colori a getto di inchiostro in una stampante a matrice di punti, detta stampante comprendendo una struttura fissa; un carrello di scansione per supportare dette testine, mobile rispetto a detta struttura fissa secondo una prima direzione orizzontale; ed un governo elettronico comprendente una funzione di temporizzazione della emissione di gocce di inchiostro da parte di dette testine, caratterizzato dal fatto che detto sistema di allineamento comprende le fasi di:

- disporre di testine di stampa comprendenti un rilevatore opto-elettronico di posizione integrato, per rilevare un primo disallineamento di dette testine secondo detta prima direzione orizzontale ed un secondo disallineamento di dette testine secondo una seconda direzione verticale, sostanzialmente perpendicolare rispetto a detta prima direzione orizzontale, dette testine comprendendo inoltre una molteplicità di ugelli disposti a passo costante su almeno una fila parallela a detta seconda direzione verticale;
- disporre di un dispositivo di illuminazione solidale con detta struttura fissa per generare uno "spot" luminoso focalizzato su detto rilevatore opto-elettronico;
- rilevare detto primo disallineamento e detto secondo disallineamento mediante l'uso combinato di detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato e di detto dispositivo di illuminazione;
- compensare detto primo disallineamento di dette testine secondo

detta prima direzione orizzontale, mediante una variazione di detta temporizzazione di detta emissione di gocce di inchiostro; e

- compensare detto secondo disallineamento di dette testine secondo detta seconda direzione verticale mediante uno spostamento in verticale di dette testine.

2. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto spostamento in verticale di dette testine è effettuato mediante motori piezoelettrici.

3. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto spostamento in verticale di dette testine è effettuato mediante la rotazione di camme eccentriche.

4. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato è del tipo a quattro quadranti.

5. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato comprende quattro fototransistori verticali a base aperta e collettore comune aventi ciascuno un emettitore indipendente.

6. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato comprende inoltre un fototransistore verticale di taratura.

7. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti quattro fototransistori verticali sono sostanzialmente uguali tra di loro.

8. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detta base aperta presenta una superficie fotosensibile a forma di rettangolo con un lato maggiore parallelo a detta seconda direzione verticale e con un lato minore parallelo a detta prima direzione orizzontale.

9. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto lato maggiore è di dimensioni comprese tra 100 e 500 μm e che detto lato minore è di dimensioni comprese tra 10 e 200 μm .

10. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detto primo disallineamento di dette testine secondo detta prima direzione orizzontale è rilevato per mezzo della verifica di una condizione di uguaglianza delle fotocorrenti da detti emettitori indipendenti di detti quattro fototransistori verticali.

11. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detto secondo disallineamento di dette testine secondo detta seconda direzione verticale è rilevato per mezzo della verifica di una condizione di uguaglianza delle fotocorrenti da detti emettitori indipendenti di solo due di detti quattro fototransistori verticali.

12. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo di illuminazione comprende un generatore luminoso scelto nel gruppo composto da diodi laser e diodi luminosi LED.

13. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo di illuminazione comprende un sistema di lenti per focalizzare detto "spot" luminoso su detto rilevatore optoelettronico di posizione integrato.

14. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo di illuminazione comprende inoltre un diaframma circolare.

15. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che dette testine multiple di stampa sono in numero di quattro e contengono rispettivamente un inchiostro nero, un inchiostro ciano, un inchiostro giallo ed un inchiostro magenta.

16. Sistema di allineamento per testine multiple di stampa a colori a getto di inchiostro in una stampante a matrice di punti, detta stampante comprendendo una struttura fissa; un carrello di scansione per supportare dette testine, mobile rispetto a detta struttura fissa secondo una prima direzione orizzontale; ed un governo elettronico comprendente una funzione di temporizzazione della emissione di gocce di inchiostro da parte di dette testine, caratterizzato dal fatto che detto sistema di allineamento comprende le fasi di:

- disporre di testine di stampa comprendenti un rilevatore optoelettronico di posizione integrato, per rilevare un primo disallineamento di dette testine secondo detta prima direzione orizzontale ed un secondo disallineamento di dette testine secondo una seconda direzione verticale, sostanzialmente perpendicolare rispetto a detta prima direzione orizzontale, dette testine comprendendo inoltre una molteplicità di ugelli disposti a passo costante su almeno una fila parallela a detta seconda direzione verticale;
- disporre di un dispositivo di illuminazione solidale con detta struttura fissa per generare uno "spot" luminoso focalizzato su detto

rilevatore opto-elettronico;

- rilevare detto primo disallineamento e detto secondo disallineamento mediante l'uso combinato di detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato e di detto dispositivo di illuminazione;
- compensare detto primo disallineamento di dette testine secondo detta prima direzione orizzontale, mediante una variazione di detta temporizzazione di detta emissione di gocce di inchiostro; e
- compensare detto secondo disallineamento di dette testine secondo detta seconda direzione verticale mediante mediante la non utilizzazione selettiva di una parte di detta molteplicità di ugelli.

17. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato è del tipo a quattro quadranti.

18. Sistema di allineamento secondo la rivendicazione 17, caratterizzato dal fatto che detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato comprende quattro fototransistori verticali a base aperta e collettore comune aventi ciascuno un emettitore indipendente.

19. Testina di stampa a matrice di punti a getto di inchiostro comprendente:

- un substrato a semiconduttore;
- una prima molteplicità di elementi di emissione integrati su detto substrato, per la generazione di gocce di inchiostro di attraverso una corrispondente molteplicità di ugelli, disposti a passo costante su almeno una fila secondo una prima direzione verticale;
- una seconda molteplicità di componenti elettronici integrati su detto

substrato mediante una tecnologia MOS per selezionare e pilotare detta prima molteplicità di elementi di emissione,

caratterizzata dal fatto che comprende inoltre un rivelatore opto-elettronico di posizione integrato su detto substrato mediante detta tecnologia MOS.

20. Testina di stampa secondo la rivendicazione 19, caratterizzata dal fatto che detto substrato è silicio e che detta tecnologia MOS è scelta in un gruppo costituito da tecnologia CMOS e da tecnologia LDMOS.

21. Testina di stampa secondo la rivendicazione 20, caratterizzato dal fatto che detto rivelatore opto-elettronico di posizione integrato è del tipo a quattro quadranti.

22. Testina di stampa secondo la rivendicazione 21, caratterizzato dal fatto che detto rivelatore opto-elettronico di posizione integrato comprende quattro fototransistori verticali a base aperta e collettore comune aventi ciascuno un emettitore indipendente.

23. Testina di stampa secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto che detto rivelatore opto-elettronico di posizione integrato comprende inoltre un fototransistore verticale di taratura.

24. Testina di stampa secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto che detti quattro fototransistori verticali sono sostanzialmente uguali tra di loro.

25. Testina di stampa secondo la rivendicazione 24, caratterizzato dal fatto che detta base aperta presenta una superficie fotosensibile a forma di rettangolo con un lato maggiore parallelo a detta prima direzione verticale e con un lato minore parallelo ad una seconda direzione orizzontale perpendicolare a detta prima direzione verticale.

26. Testina di stampa secondo la rivendicazione 25, caratterizzato dal fatto che detto lato maggiore è di dimensioni comprese tra 100 e 500 μm e che detto lato minore è di dimensioni comprese tra 10 e 200 μm .

27. Stampante a matrice di punti a getto di inchiostro comprendente una struttura fissa; un carrello di scansione per supportare una pluralità di testine di stampa, mobile rispetto a detta struttura fissa secondo una prima direzione orizzontale; ed un governo elettronico avente una funzione di temporizzazione di detta emissione di gocce di inchiostro da parte di dette testine,

caratterizzata dal fatto che dette testine di stampa comprendono un rilevatore opto-elettronico di posizione integrato per rilevare un primo disallineamento di dette testine secondo detta prima direzione orizzontale e un secondo disallineamento di dette testine secondo una seconda direzione verticale, sostanzialmente perpendicolare rispetto a detta prima direzione orizzontale; e che detta stampante comprende inoltre un dispositivo di illuminazione solidale con detta struttura fissa per generare uno "spot" luminoso focalizzato su detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato.

28. Stampante secondo la rivendicazione 27, caratterizzata dal fatto che detta temporizzazione è condizionata da detto primo disallineamento rilevato per mezzo di detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato.

29. Stampante secondo la rivendicazione 27, caratterizzata dal fatto che comprende inoltre mezzi per effettuare uno spostamento in verticale di dette testine, e che detto spostamento è condizionato da detto secondo

disallineamento rilevato per mezzo di detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato.

30. Stampante secondo la rivendicazione 27, caratterizzata dal fatto che detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato è del tipo a quattro quadranti.

31. Stampante secondo la rivendicazione 30, caratterizzata dal fatto che detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato comprende quattro fototransistori verticali a base aperta e collettore comune aventi ciascuno un emettitore indipendente.

32. Stampante secondo la rivendicazione 29, caratterizzata dal fatto che detti mezzi per effettuare detto spostamento in verticale di dette testine comprendono un motore piezoelettrico.

33. Stampante secondo la rivendicazione 29, caratterizzata dal fatto che detti mezzi per effettuare detto spostamento in verticale di dette testine comprendono camme eccentriche.

34. Stampante secondo la rivendicazione 27, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo di illuminazione comprende un generatore luminoso scelto nel gruppo composto da diodi laser e diodi luminosi LED.

35. Stampante secondo la rivendicazione 27, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo di illuminazione comprende un sistema di lenti per focalizzare detto "spot" luminoso su detto rilevatore opto-elettronico di posizione integrato.

p.i. Olivetti-Canon Industriale S.p.A.


(Carlo CASUCCIO)



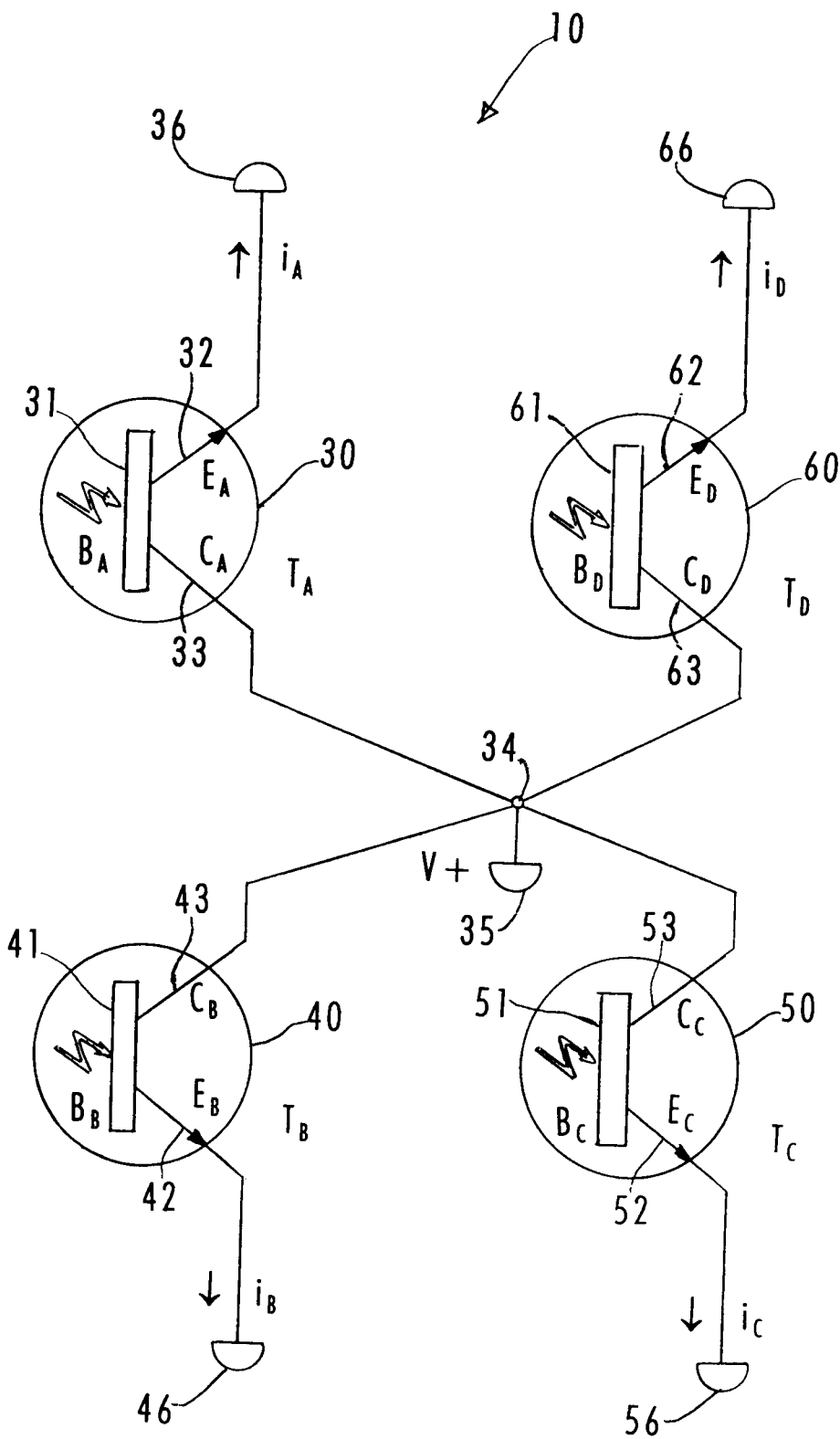


Fig. 1

p.i. Olivetti-Canon Industriale S.p.A.

Carlo Casuccio
(Carlo CASUCCIO)

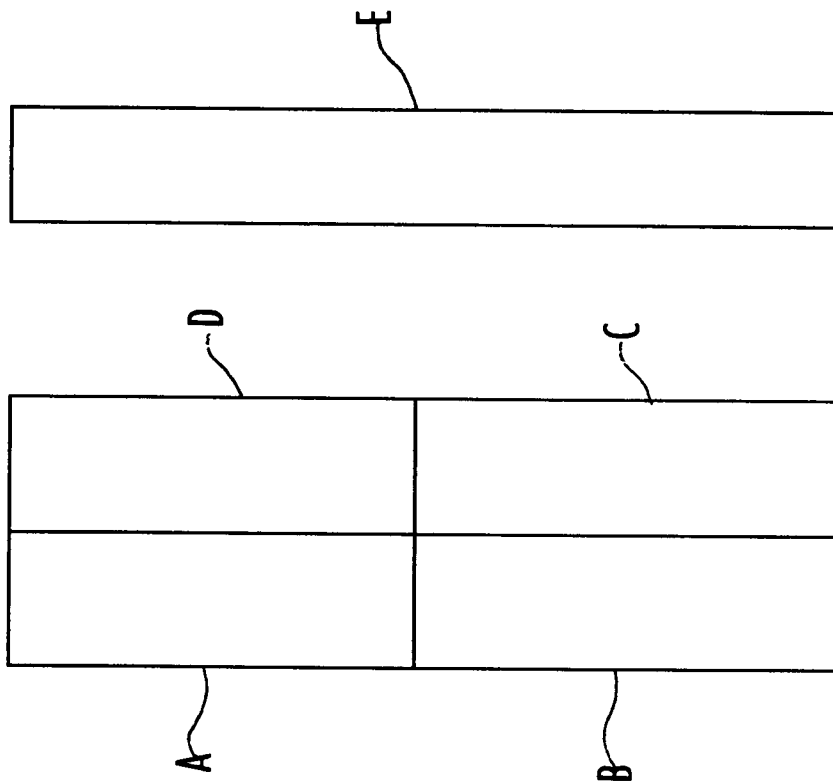



Fig. 3a

p.i. Olivetti-Canon Industriale S.p.A.


(Carlo CASUCCIO)

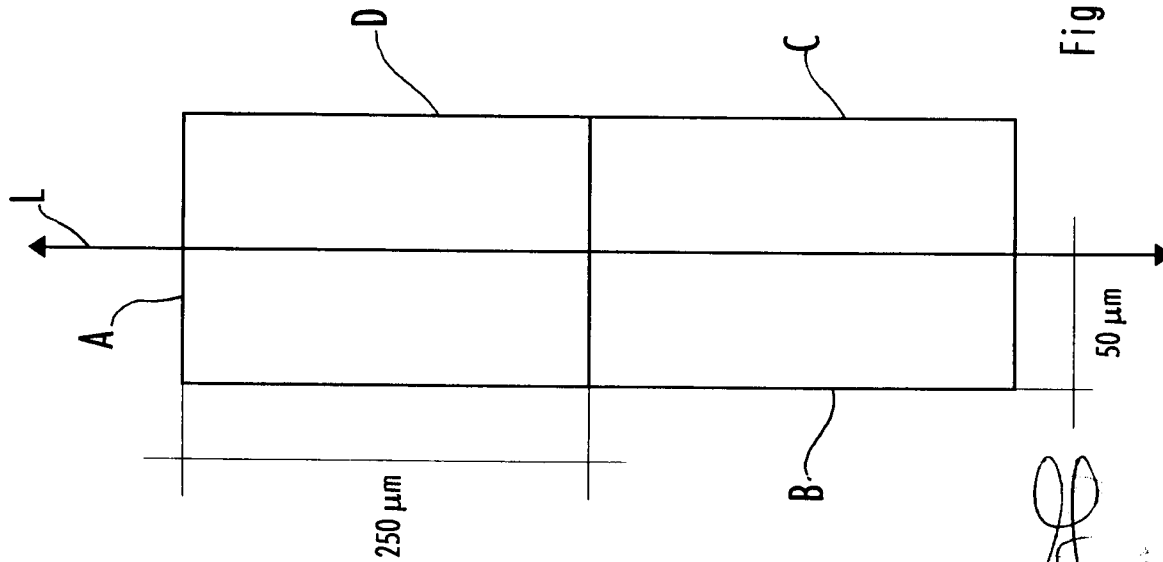



Fig. 3b



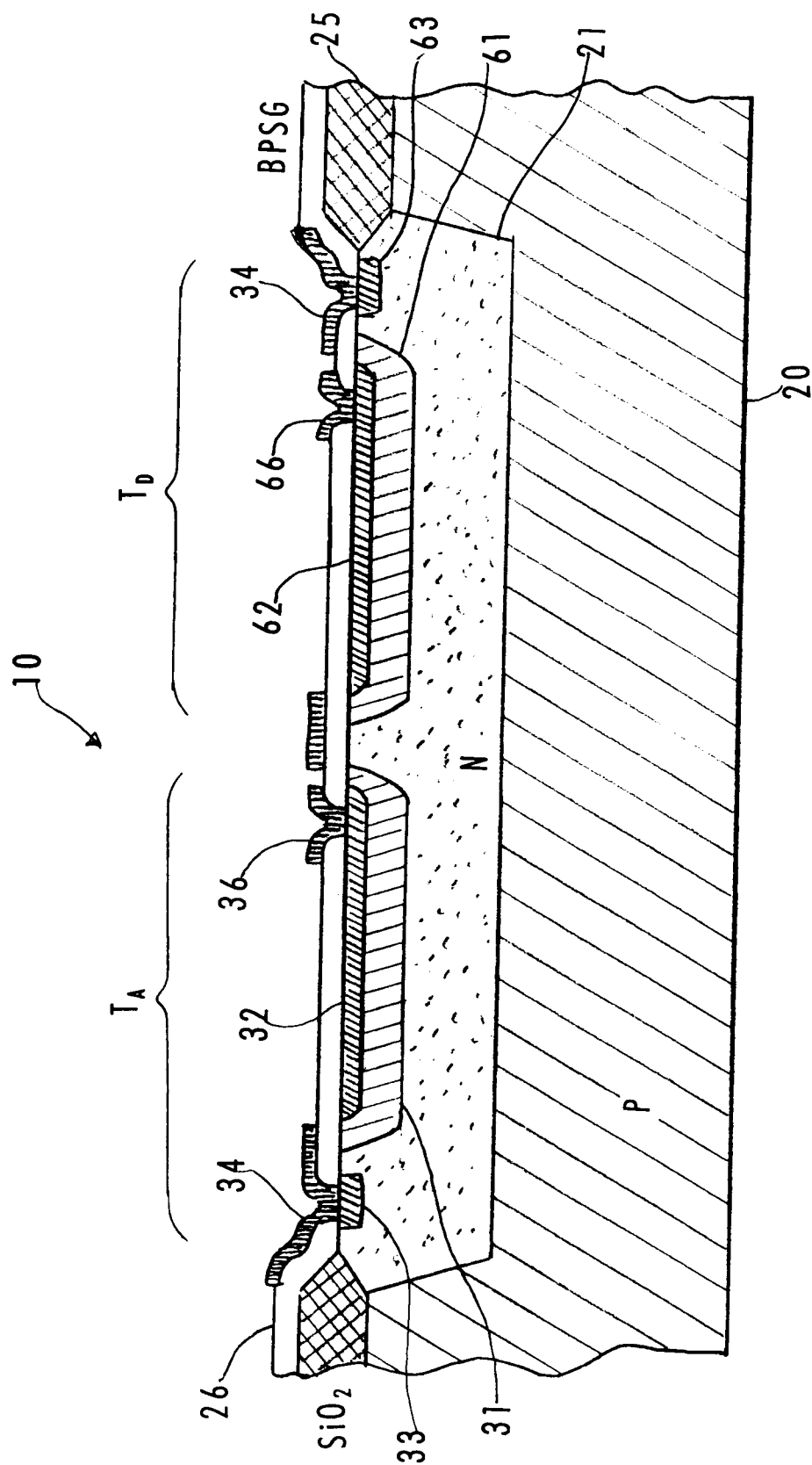


Fig. 2



p.i. Olivetti-Canon Industriale S.p.A.

Carlo Casuccio
(Carlo CASUCCIO)

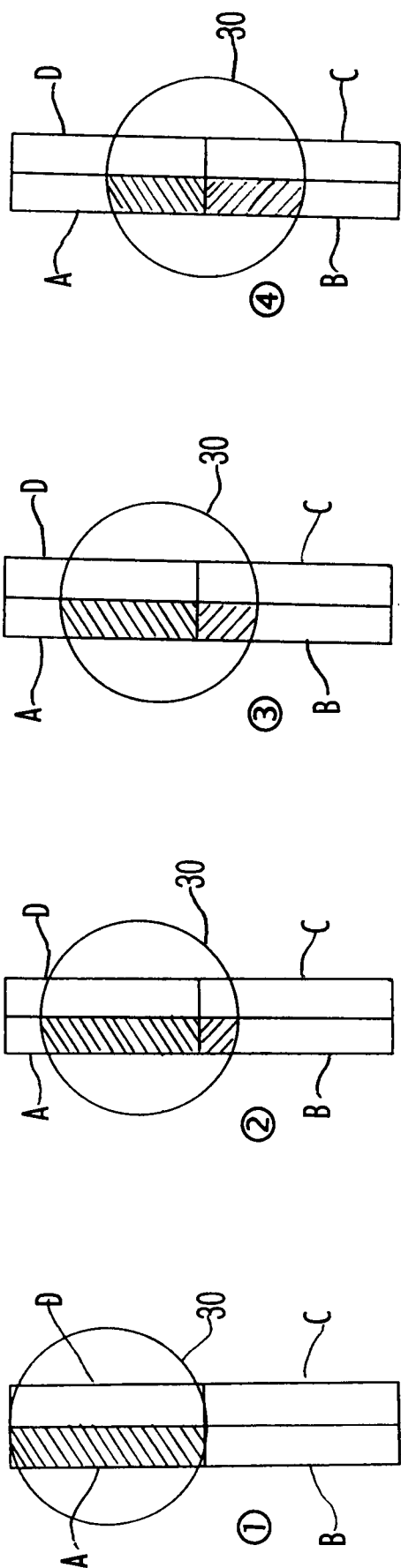


Fig. 4a

Fig. 4b

Fig. 4c

Fig. 4d

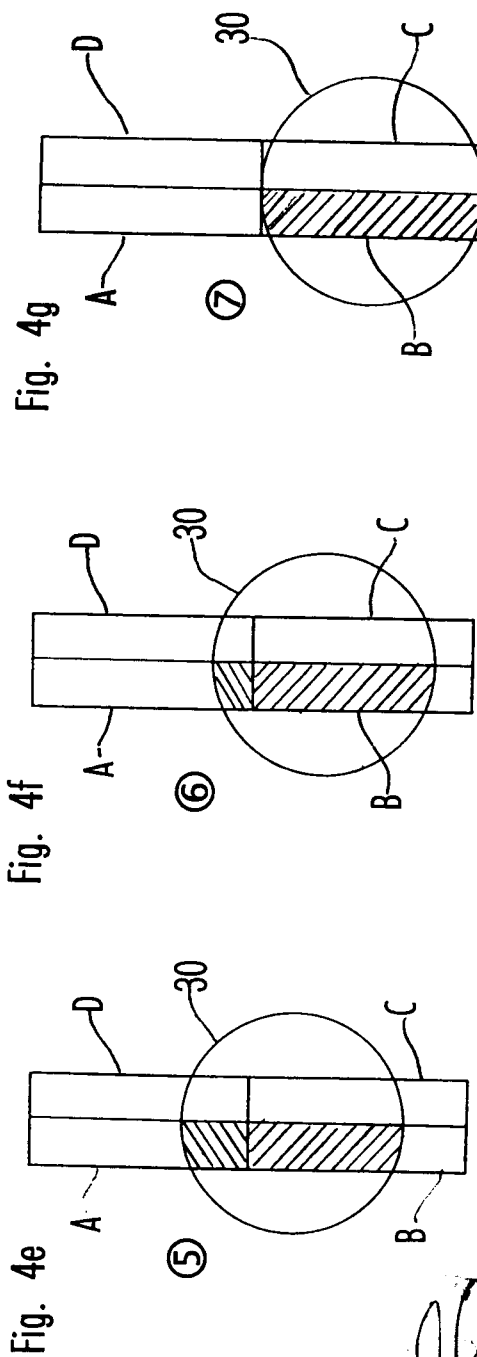


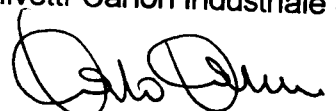
Fig. 4e

Fig. 4f

Fig. 4g

Fig. 4h

p.i. Olivetti-Canon Industriale S.p.A.


(Carlo CASUCCIO)



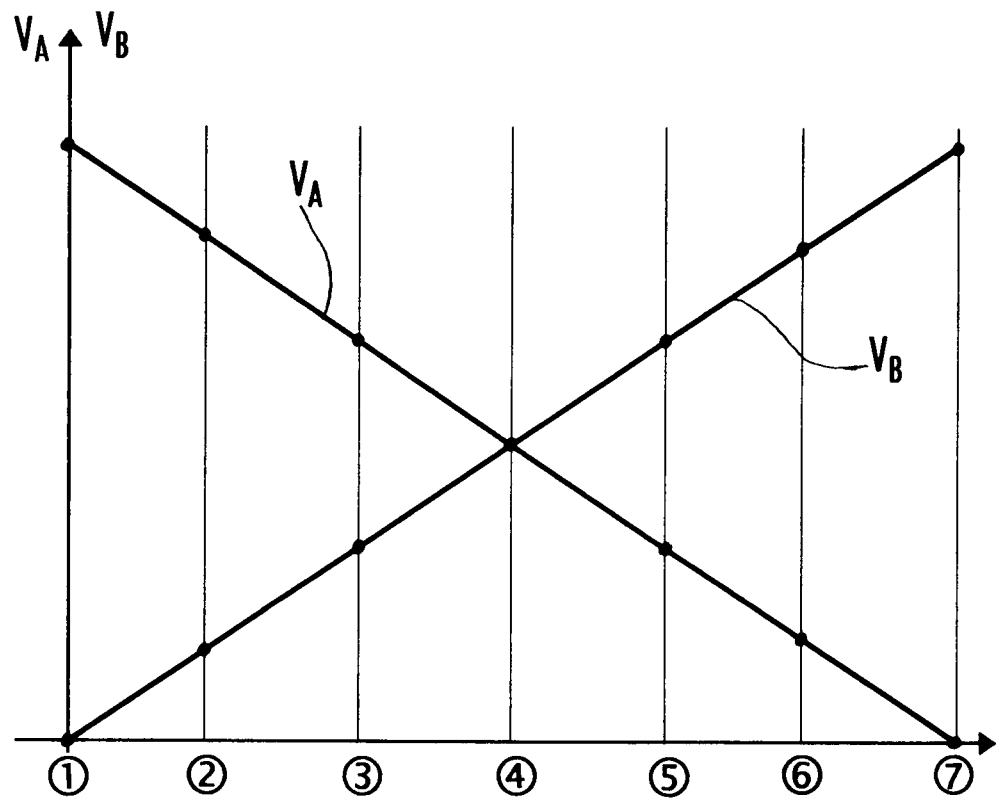


Fig. 5a

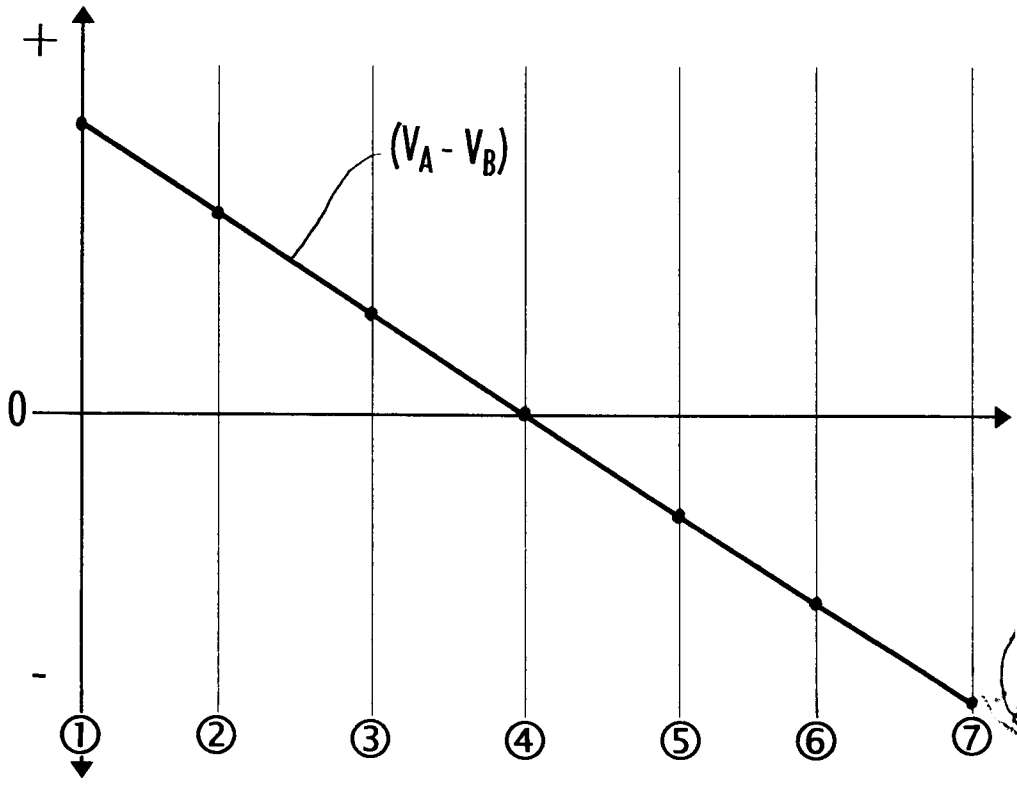


Fig. 5b

p.i. Oliyetti-Canon Industriale S.p.A.

(Carlo CASUCCIO)

