(19) CONFEDERAZIONE SVIZZERA
ISTITUTO FEDERALE DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

(11) **CH 719 380 B1**

(51) Int. Cl.: ***D01H 13/32*** *(2006.01)*
G01N 21/89 *(2006.01)*
G01N 33/36 *(2006.01)*

Brevetto d'invenzione rilasciato per la Svizzera ed il Liechtenstein
Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

(12) FASCICOLO DEL BREVETTO

(21) Numero della domanda: 000416/2023

(22) Data di deposito: 18.10.2021

(43) Domanda pubblicata: 19.05.2022

(30) Priorità: 16.11.2020
IT 102020000027360

(24) Brevetto rilasciato: 15.11.2024

(45) Fascicolo del brevetto pubblicato: 15.11.2024

(73) Titolare/Titolari:
MARZOLI MACHINES TEXTILE S.R.L.,
Via Raffaele Rubattino 81
20134 Milan (IT)

(72) Inventore/Inventori:
Noman Haleem, 16163 Genova (IT)
Alessio Del Bue, 16163 Genova (IT)
Matteo Bustreo, 16163 Genova (IT)
Luca Brescianini, 20134 Milan (IT)
Rosario Assenza, 20134 Milan (IT)
Matteo Giavarini, 20134 Milan (IT)
Renato Ghilardi, 20134 Milan (IT)

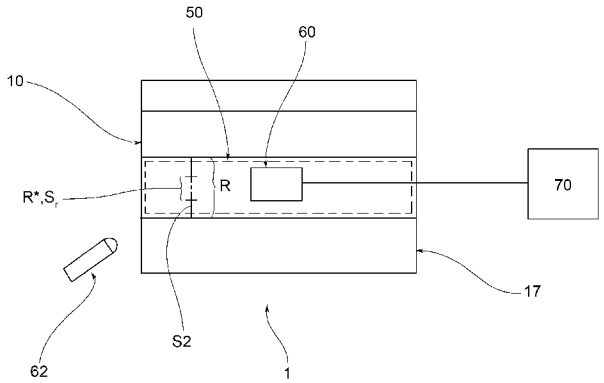
(74) Mandatario:
MICHELI & CIE SA, 122, rue de Genève, CP 61
1226 Thônex (CH)

(86) Domanda internazionale:
PCT/IB 2021/059569

(87) Pubblicazione internazionale:
WO 2022/101714

(54) APPARATO E METODO PER LA RILEVAZIONE IN CONTINUO DI DIFETTI IN UN FILO IN UN FILATOIO

(57) L'invenzione riguarda un metodo ed un apparato per la rilevazione di difetti in uno stoppino stirato (R) in lavorazione in un filatoio che comprendono mezzi di acquisizione (60) e mezzi di elaborazione (70) per l'elaborazione digitale delle immagini acquisite e la rilevazione dei difetti tramite un algoritmo di rilevazione ad apprendimento automatico.



Descrizione

[0001] La presente invenzione si colloca nel settore della lavorazione delle fibre tessili, ed in particolare nel settore degli strumenti e dei metodi per la rilevazione di difetti nei prodotti delle lavorazioni di preparazione alla filatura. In particolare, forma oggetto della presente invenzione un metodo e un apparato per la rilevazione di grovigli o nodi, in gergo solitamente denominati „neps“, nel filo prodotto in un filatoio ad anelli.

[0002] Come è noto, un filatoio è in grado di lavorare bobine di stoppino per ricavarne spole di filo, dopo aver eseguito sullo stoppino una stiratura ed una torcitura.

[0003] A tal fine, il filatoio è costituito da un telaio, che si estende lungo un asse longitudinale e che supporta una cantra alla quale sono appese le bobine di stoppino, un dispositivo di stiratura supportato dal telaio, formato da un insieme di cilindri accoppiati aventi estensione longitudinale, fra i quali lo stoppino passa per essere stirato, ed una banchina portante i fusi, in fila lungo l'asse longitudinale, rotanti attorno al proprio asse verticale, ai quali si avvolge il filo stirato e torto.

[0004] E' ben noto come le imperfezioni presenti nel filo provochino sgradevoli effetti nell'aspetto del tessuto, soprattutto in presenza di tessuti colorati. Per tale ragione, nel settore è fortemente sentita l'esigenza di monitorare l'entità e la frequenza delle imperfezioni, ed in particolare dei grovigli di fibra.

[0005] Attualmente, esistono due metodologie industriali per la rilevazione di difetti nel filo.

[0006] Una prima metodologia prevede di analizzare in laboratorio un campione costituito dal filo di alcune spole sottratte al filatoio, generalmente tramite sensori capacitivi in grado di rilevare la variazione di massa lungo il filo, così definendo tipologia e frequenza dei grovigli; tale metodologia è in genere affidabile, ma non consente di intervenire sui parametri delle lavorazioni per migliorare la qualità del filo né di comprendere le cause dei difetti riscontrati, perché eseguito dopo aver finito di produrre il filato. Ad esempio, è sovente utilizzato il tester USTER® Tester 5-S800, prodotto e commercializzato da Uster Technologies AG.

[0007] Una seconda metodologia prevede l'utilizzo di moduli di rilevazione, basati su sensori capacitivi o ottici, disposti in corrispondenza dei fusi per l'avvolgimento del filo, provvisti di coltelli in grado di eliminare fisicamente i grovigli dal filo. Anche in tal caso, non è possibile risalire alle cause che hanno generato il difetto e intervenire di conseguenza.

[0008] Altre metodologie sono infine applicate nella fase di avvolgimento del filo, lavorazione che avviene a valle dei filatoi; ad esempio, è diffuso il tester Uster® Quantum 3, basato su sensori capacitivi, prodotto e commercializzato da Uster Technologies AG, e il tester YarnMaster Prisma, basato su sensori ottici, prodotto e commercializzato da Loepfe Brothers Ltd.

[0009] Uno scopo della presente invenzione è invece quello di rilevare i difetti di un filo in un filatoio, al fine di modificare i parametri di lavorazione del filatoio o delle altre macchine a monte o procedere ad una manutenzione, in modo da ottenere un filo di migliore qualità.

[0010] Le suddette metodologie non sono idonee a tale scopo, anche perché utilizzano sensori capacitivi o ottici che necessitano di un avanzamento regolare del filo.

[0011] Fra il dispositivo di stiro e il dispositivo di avvolgimento del filatoio, invece, il filo subisce forti oscillazioni, a causa delle azioni di avvolgimento e ritorcitura che avvengono a valle.

[0012] Alcuni studi prevedono altresì di utilizzare l'acquisizione di immagini tramite una videocamera, e di elaborare poi le immagini al fine di rilevare i grovigli. Ad esempio, alcune metodologie sono descritte nei seguenti articoli:

- Li Z, Pan R and Gao W. Formation of digital yarn black board using sequence images. Textile Research Journal. 2016; 86: 593-603;
- Eldessouki M, Ibrahim S and Militky J. A dynamic and robust image processing based method for measuring the yarn diameter and its variation. Textile Research Journal. 2014; 84: 1948-60;
- Ling C, Lianying Z, Li C and Xuanli Z. Digital image processing of cotton yarn seriplane. 2010 International Conference on Computer and Information Application. 2010, p. 274-7;
- Li Z, Xiong N, Wang J, Pan R, Gao W and Zhang N. An intelligent computer method for automatic mosaic of sequential slub yarn images based on image processing. Textile Research Journal. 2018; 88: 2854-66;
- Carvalho V, Soares F and Vasconcelos R. Artificial intelligence and image processing based techniques: A tool for yarns parameterization and fabrics prediction. 2009 IEEE Conference on Emerging Technologies & Factory Automation. 2009, p. 1-4.

[0013] Si tratta, tuttavia, di metodologie non idonee agli scopi industriali prefissati, poiché prevedono di utilizzare un filo pretensionato, dotato di un avanzamento regolare.

[0014] Infine, alcune soluzioni sono illustrate, ad esempio, nei documenti brevettuali CN-A-111235709, CN-A-109389583, CN-A-105386174, DE102018111648A1, WO2019130209A3, JP2018178282A e DE102016121662A1.

[0015] Inoltre, le soluzioni oggi note non sono soddisfacenti anche per quanto attiene all'affidabilità dei risultati. Spesso infatti alcune lievi irregolarità delle fibre, quali un leggero allargamento delle fibre in una regione, sono erroneamente valutate come groviglio o altro difetto.

[0016] Scopo della presente invenzione è quello di realizzare un metodo e un apparato per la rilevazione di difetti in un filo in lavorazione in un filatoio, che soddisfi le esigenze del settore e superi gli inconvenienti di cui si è detto con riferimento all'arte nota.

[0017] Tale scopo è raggiunto da un metodo secondo la rivendicazione 1 e da un apparato secondo la rivendicazione 17. Le rivendicazioni da queste dipendenti individuano ulteriori vantaggiose forme di realizzazione dell'invenzione.

[0018] Le caratteristiche e i vantaggi del metodo e dell'apparato secondo la presente invenzione saranno evidenti dalla descrizione di seguito riportata, data a titolo esemplificativo e non limitativo, in accordo con le figure delle tavole allegate, in cui:

- la figura 1 mostra un filatoio provvisto di un apparato di rilevazione secondo la presente invenzione;
- la figura 2 è uno schema del filatoio della figura 1;
- le figure 3a e 3b mostrano immagini positive di neps originali con relativo profilo pixel;
- la figura 4 illustra un insieme di immagini positive di neps sintetici.

[0019] Per chiarezza di esposizione, nel seguito si farà riferimento ad un metodo e ad un apparato per la rilevazione di neps; tuttavia, rimane inteso che l'invenzione è applicabile alla rilevazione di difetti in generale.

[0020] Con riferimento alle tavole allegate, con 1 si è complessivamente indicato un filatoio di una linea di filatura per l'ottenimento di spole di filo da bobine di stoppino, avente estensione lungo un asse longitudinale X.

[0021] Il filatoio 1 comprende un telaio 2 per il supporto dei componenti, realizzato in una o più parti affiancate, ed una cantra 4 supportata dal telaio 2.

[0022] La cantra 4 comprende colonnine 6 verticali e una pluralità di traverse 8 longitudinali, supportate dalle colonnine 6 ad una predefinita quota. Le traverse 8 sono destinate a supportare, appese, una pluralità di bobine di stoppino B.

[0023] Al di sotto delle traverse 8, ossia a valle delle bobine B, il filatoio 1 comprende un dispositivo di stiro 10, supportato dal telaio 2.

[0024] Il dispositivo di stiro 10 comprende una pluralità di cilindri di stiro 12a-12d inferiori, in genere in numero di tre o quattro, motorizzati, che si estendono longitudinalmente, realizzati in un sol pezzo oppure da più tratti, strutturalmente distinti, affiancati ed allineati.

[0025] Il dispositivo di stiro 10 comprende inoltre una pluralità di bracci di pressione 14, affiancati longitudinalmente. Ciascun braccio di pressione porta rulli di pressione 16 superiori, folli.

[0026] Accoppiandosi con i cilindri di pressione 12a-12d, i rulli di pressione 16 formano coppie di stiro, attraverso le quali passa lo stoppino, che viene stirato per effetto della velocità periferica di ciascuna coppia di stiro, crescente da monte verso valle.

[0027] Il filatoio 1 comprende inoltre un dispositivo di avvolgimento 17, disposto al di sotto del dispositivo di stiro 10, immediatamente a valle del primo cilindro di stiro 12a.

[0028] Il dispositivo di avvolgimento 17 comprende un gruppo guidafilo 18, comprendente un supporto 20 collegato al telaio 2, e una pluralità di guidafilo 22, supportati dal supporto 20 e affiancati longitudinalmente.

[0029] Il dispositivo di avvolgimento 17 comprende inoltre una banchina 23, posta al di sotto del gruppo guidafilo 18, ossia a valle dei guidafilo 22. La banchina 23 è supportata dal telaio 2 ed è traslabile verticalmente con moto alternato.

[0030] Il dispositivo di avvolgimento 17 comprende inoltre una pluralità di fusi 24 affiancati longitudinalmente lungo la banchina 23, ciascuno ruotabile attorno ad un rispettivo asse verticale.

[0031] Nel normale funzionamento del filatoio 1, lo stoppino avvolto in una predefinita bobina B percorre un primo tratto di percorso per passare nel dispositivo di stiro 10, da cui fuoriesce stirato; lo stoppino stirato R percorre un secondo tratto di percorso S2 fra il dispositivo di stiro ed un rispettivo fuso 24, transitando attraverso un rispettivo guidafilo 22. Il filo ottenuto dalla stiratura e dalla torcitura dello stoppino si avvolge su un tubetto calzato sul fuso, per la formazione di una spola di filo.

[0032] Secondo la presente invenzione, si definisce una regione di rilevazione 50, fra il dispositivo di stiro 10 e il dispositivo di avvolgimento 17, attraversata dal secondo tratto di percorso S2 dello stoppino stirato R.

[0033] Lo stoppino stirato che transita nella regione di rilevazione 50 è sottoposto ad un processo per la rilevazione di difetti, ed in particolare per la rilevazione di grovigli o nodi, generalmente denominati „neps".

[0034] Il processo di rilevazione comprende una fase di acquisizione durante la quale vengono acquisite immagini di almeno un tratto R* dello stoppino R in transito nella regione di rilevazione 50.

[0035] A tale scopo, il filatoio 1 comprende mezzi di acquisizione 60, ad esempio digitali, ad esempio comprendenti una videocamera, adatti ad acquisire immagini I di almeno un tratto R* dello stoppino R in transito nella regione di rilevazione 50.

[0036] Preferibilmente, inoltre, il filatoio 1 comprende mezzi di illuminazione 62 adatti ad illuminare, ad esempio tramite una luce calda o fredda oppure, in una variante di realizzazione, tramite raggi infrarossi, almeno una zona della regione di rilevazione 50, comprendente il tratto R* dello stoppino R.

[0037] Il processo di rilevazione comprende inoltre una fase di elaborazione delle immagini I acquisite da detti mezzi di acquisizione 60, eseguita da mezzi di elaborazione 70.

[0038] Detti mezzi di elaborazione 70 sono configurati per rilevare i neps tramite un algoritmo di rilevazione adattativo o ad apprendimento automatico, in particolare del tipo Haar-cascade basato preferibilmente sul metodo Viola-Jones. Quest'ultimo è illustrato nell'articolo „Rapid object detection using a boosted cascade of simple features", presentato alla Conferenza relativa a Computer Vision and Pattern Recognition (2001) da Paul Viola e Michael Jones, il cui insegnamento in merito all'implementazione dell'algoritmo è qui espressamente incorporato.

[0039] L'apprendimento dell'algoritmo di rilevazione è basato su un set di immagini positive Ip, ossia immagini nelle quali il tratto R* di stoppino stirato R presenta neps, ed un set di immagini negative In, nelle quali il tratto R* di stoppino stirato R non presenta neps.

[0040] Secondo una prima forma di realizzazione (definita „con neps originali"), a partire da immagini di uno stoppino stirato di apprendimento, ad esempio acquisite durante il normale utilizzo di un predefinito filatoio, e pertanto raffiguranti tratti con neps e tratti senza neps, le immagini positive Ip del set di immagini positive sono determinate tramite elaborazione di un profilo pixel per ciascuna immagine, in cui detto profilo pixel è ottenuto sommando i pixel luminosi su ciascuna riga dell'immagine e selezionando come immagini positive quelle per le quali almeno un picco del profilo pixel supera un valore soglia, ad esempio determinato tramite un valore medio ed una deviazione standard (figure 3a e 3b) .

[0041] Preferibilmente, inoltre, le immagini positive sono sottoposte ad una ulteriore selezione, eliminando le immagini in cui il picco è dato da singole fibre sfilacciate (hair); detta ulteriore selezione è eseguita tramite un ulteriore algoritmo di selezione o manualmente.

[0042] Secondo una ulteriore forma di realizzazione (definita „con neps sintetici"), le immagini positive Ip sono costruite digitalmente e costituite da immagini di semicerchi o semiellissi, preferibilmente verticali (figura 4), ad esempio differenti fra loro per lunghezza dell'asse minore e dell'asse maggiore.

[0043] Secondo una forma di realizzazione ancora ulteriore (definita „ibrida"), le immagini positive Ip comprendono le immagini positive con neps originali e le immagini positive con neps sintetici, ossia combinano le due forme di realizzazione suddette.

[0044] Secondo una ulteriore forma di realizzazione dell'invenzione, detti mezzi di elaborazione sono configurati per rilevare i neps tramite un algoritmo di rilevazione adattativo o ad apprendimento automatico del tipo Convolutional Neural Networks (CNN) e/o Recurrent Neural Networks (RNN).

[0045] Nel normale funzionamento del filatoio, mentre lo stoppino R è in transito attraverso la zona di rilevazione 50, i mezzi di acquisizione 60 acquisiscono in continuo le immagini I di un tratto R* dello stoppino R.

[0046] Dette immagini I sono elaborate dai mezzi di elaborazione 70 per rilevare la frequenza dei neps e preferibilmente la loro forma, così classificandoli per tipologia, tramite l'algoritmo di rilevazione ad apprendimento automatico, in particolare del tipo Haar-cascade basato preferibilmente sul metodo Viola-Jones oppure tramite Convolutional Neural Networks (CNN) e/o Recurrent Neural Networks (RNN).

[0047] Sulla base di tali rilevazioni, nell' ambito di un metodo di gestione del filatoio o di una linea di filatura comprendente il filatoio e macchine a monte di questo, quali carde, pettinatrici, stiro-riunitori e banchi a fusi, si opera sui parametri di lavorazione del filatoio, quali ad esempio torsione del filo, stiro e/o pre-stiro dello stoppino, tipo e peso dell'anellino, durezza delle gomme degli assi, scartamento dei cilindri, pressione sugli assi, velocità di produzione, al fine di migliorare la qualità dello stoppino, oppure sui parametri delle lavorazioni eseguite a monte del filatoio, quali ad esempio torsione, stiro e/o pre-stiro, durezza delle gomme degli assi, scartamento dei cilindri, pressione sugli assi, velocità di produzione in un banco a fusi, velocità di produzione e scartamenti gruppo stiro in uno stiratoio, percentuale scarto, numero di colpi e scartamenti gruppo stiro in una pettinatrice, velocità di produzione, rimozione neps e trash in una carda e in una macchina di batteria, oppure si procede a interventi di manutenzione sul filatoio o su dette macchine a monte di questo.

[0048] Innovativamente, l'apparato ed il metodo per la rilevazione di difetti in un filatoio secondo la presente invenzione, soddisfano le esigenze del settore e supera gli inconvenienti di cui si è detto.

[0049] Infatti, poiché la rilevazione è eseguita in continuo sullo stoppino in lavorazione nel filatoio, è possibile intervenire per modificare i parametri di lavorazione sul filatoio o sulle macchine a monte o intervenire con interventi di manutenzione, in modo da migliorare la qualità del filo.

[0050] Inoltre, vantaggiosamente, la presente invenzione assicura una buona affidabilità dei risultati, in quanto consente di discernere in maniera industrialmente accettabile fra difetti di rilievo e altre irregolarità minori.

[0051] Inoltre, i test eseguiti hanno evidenziato una buona corrispondenza fra le rilevazioni ottenute tramite l'apparato della presente invenzione e i test basati sui tester oggi abitualmente utilizzati di cui si è detto nell'introduzione.

[0052] Vantaggiosamente, inoltre, l'elaborazione delle immagini secondo l'invenzione è molto veloce e consente di rilevare i difetti in continuo e di intervenire in tempi rapidi per migliorare la produzione.

[0053] E' chiaro che un tecnico del ramo, al fine di soddisfare esigenze contingenti, potrebbe apportare modifiche al metodo e all'apparato sopra descritti, tutte contenute nell'ambito di tutela come definito dalle rivendicazioni seguenti.

Rivendicazioni

1. Metodo per la rilevazione di difetti in uno stoppino stirato (R) in lavorazione in un filatoio, comprendente una fase di acquisizione di immagini dello stoppino stirato (R) in transito in un tratto (Sr) di un percorso (S2) e una fase di elaborazione digitale di dette immagini per rilevare detti difetti, in cui la fase di elaborazione delle immagini prevede di rilevare i difetti tramite un algoritmo di rilevazione ad apprendimento automatico, in cui l'apprendimento dell'algoritmo di rilevazione è basato su un set di immagini positive nelle quali un tratto di stoppino di apprendimento presenta difetti, ed un set di immagini negative, nelle quali un tratto di stoppino stirato di apprendimento non presenta detti difetti.
2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui la fase di elaborazione prevede una fase di rilevazione della frequenza dei difetti lungo lo stoppino (R).
3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui la fase di elaborazione prevede una fase di rilevazione della tipologia di difetti.
4. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui, a partire da immagini di detto stoppino stirato di apprendimento avente tratti con difetti e tratti senza difetti, le immagini positive sono determinate tramite elaborazione di un profilo pixel per ciascuna immagine, in cui detto profilo pixel è ottenuto sommando i pixel luminosi su ciascuna riga dell'immagine e selezionando come immagini positive quelle per le quali almeno un picco del profilo pixel supera un valore soglia.
5. Metodo secondo la rivendicazione 4, in cui detto valore soglia è determinato tramite un valore medio del profilo ed una deviazione standard.
6. Metodo secondo la rivendicazione 4 o 5, in cui dette immagini dello stoppino di apprendimento sono acquisite durante il normale utilizzo di un predefinito filatoio.
7. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 4 a 6, in cui le immagini positive sono sottoposte ad una ulteriore selezione, eliminando le immagini in cui il picco è dato da singole fibre sfilacciate.
8. Metodo secondo la rivendicazione 7, in cui detta ulteriore selezione è eseguita tramite un ulteriore algoritmo di selezione.
9. Metodo secondo la rivendicazione 7, in cui detta ulteriore selezione è eseguita manualmente.
10. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui le immagini positive sono costruite digitalmente e costituite da immagini di semicerchi o semiellissi, preferibilmente verticali.
11. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui
    – una parte delle immagini positive è determinata tramite l'algoritmo di rilevazione ad apprendimento automatico; e
    – una rimanente parte delle immagini positive è determinata tramite costruzione digitale.
12. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3 oppure da 10 a 11, in cui l'algoritmo di rilevazione è l'algoritmo Haar-cascade.
13. Metodo secondo la rivendicazione 12, in cui l'algoritmo di rilevazione è basato sul metodo Viola-Jones.
14. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3 oppure da 10 a 11, in cui l'algoritmo è Convolutional Neural Networks e/o Recurrent Neural Networks.
15. Metodo di gestione di un filatoio (1) di una linea di filatura comprendente:
    – un metodo di rilevazione di difetti in uno stoppino stirato (R) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3 oppure da 10 a 14, e
    – una successiva fase di variare parametri di lavorazione dei filatoio o eseguire su detto filatoio interventi di manutenzione.

16. Metodo di gestione di una linea di filatura comprendente un filatoio (1) e macchine per lavorazioni tessili a monte del filatoio, comprendente
– un metodo di rilevazione di difetti sul filatoio (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3 oppure da 10 a 14, e
– una successiva fase di variare parametri di lavorazione di almeno una di dette macchine a monte del filatoio o eseguire su almeno una di dette macchine a monte del filatoio interventi di manutenzione.

17. Apparato per la rilevazione di difetti in uno stoppino stirato (R) in lavorazione in un filatoio, comprendente:
– mezzi di acquisizione (60) adatti ad acquisire immagini dello stoppino stirato (R) da una regione di rilevazione (50) posta fra un dispositivo di stiro (10) e un dispositivo di avvolgimento (17) del filatoio, detta regione di rilevazione (50) essendo attraversata da un tratto (Sr) di un percorso (S2) dello stoppino (R);
– mezzi di elaborazione (70), operativamente collegati ai mezzi di acquisizione, per l'elaborazione digitale di dette immagini e la rilevazione dei difetti;
detti mezzi di elaborazione (70) essendo configurati per rilevare i difetti tramite un algoritmo di rilevazione ad apprendimento automatico, in cui l'apprendimento dell'algoritmo di rilevazione è basato su un set di immagini positive nelle quali un tratto di stoppino di apprendimento presenta difetti, ed un set di immagini negative, nelle quali un tratto di stoppino stirato di apprendimento non presenta detti difetti.

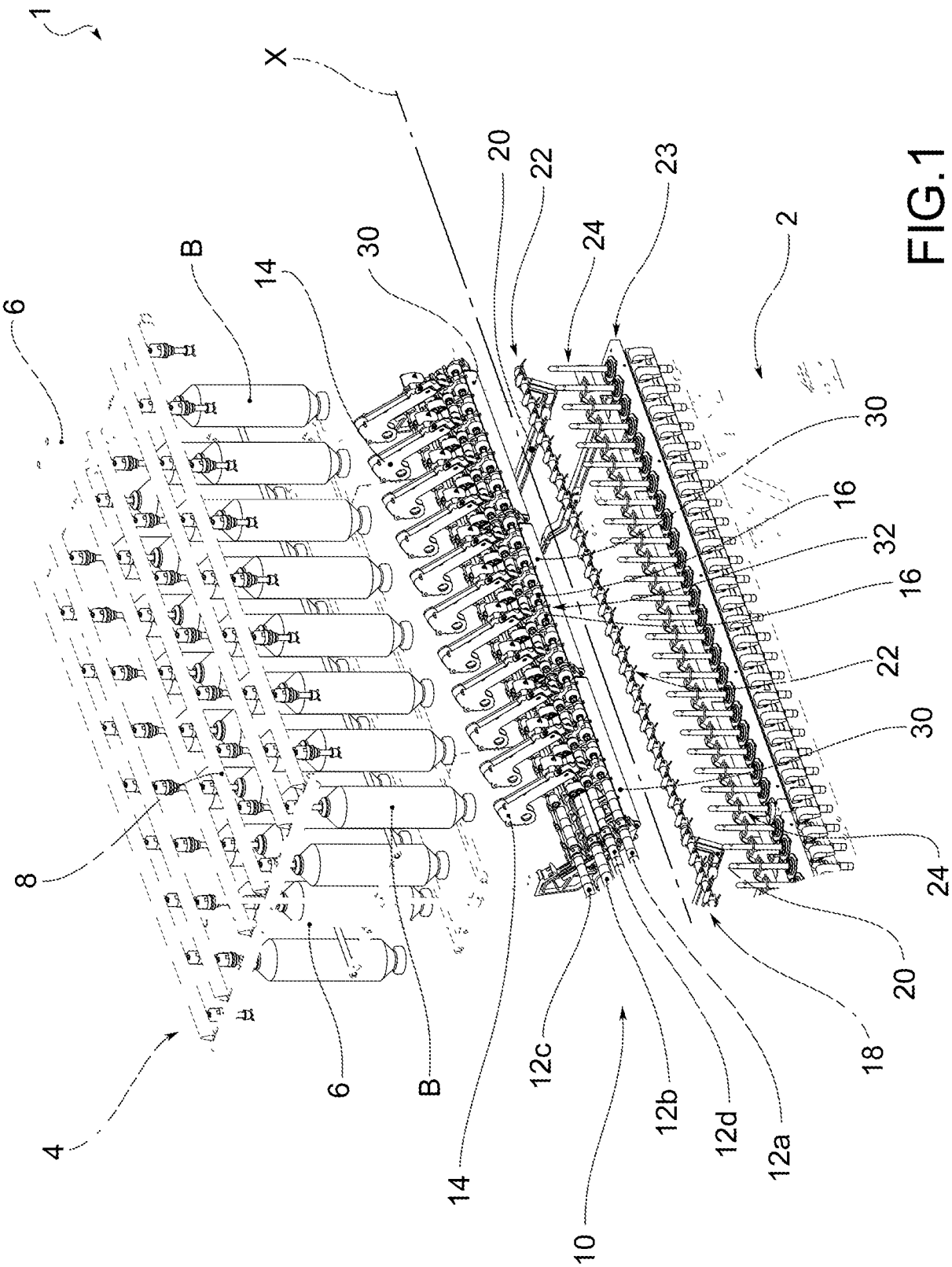

1
X
20
22
23
24
2
B
14
30
6
30
16
32
16
22
30
24
20
18
8
4
6
B
12c
12b
12d
12a
14
10

FIG.1

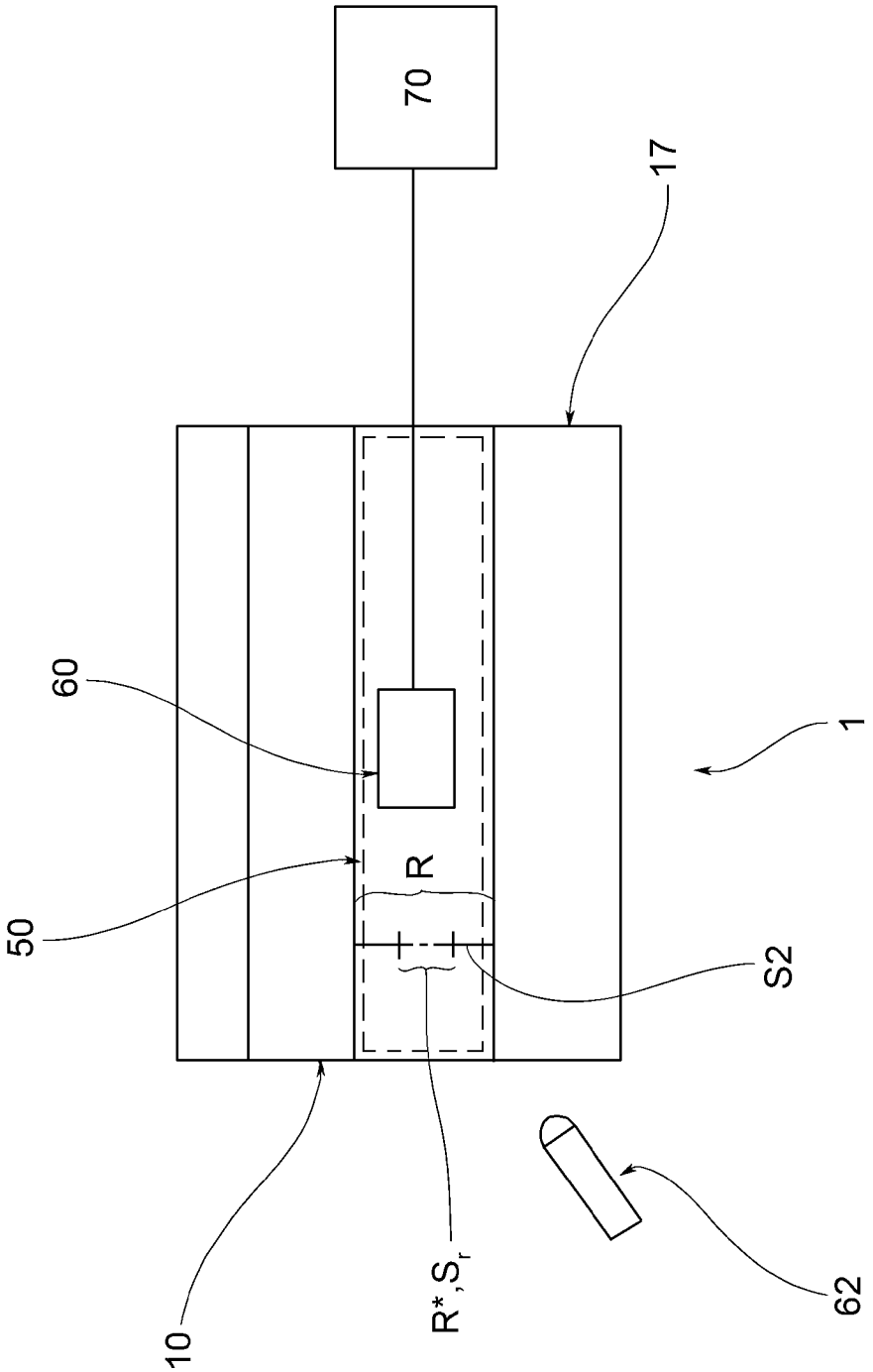


FIG.2

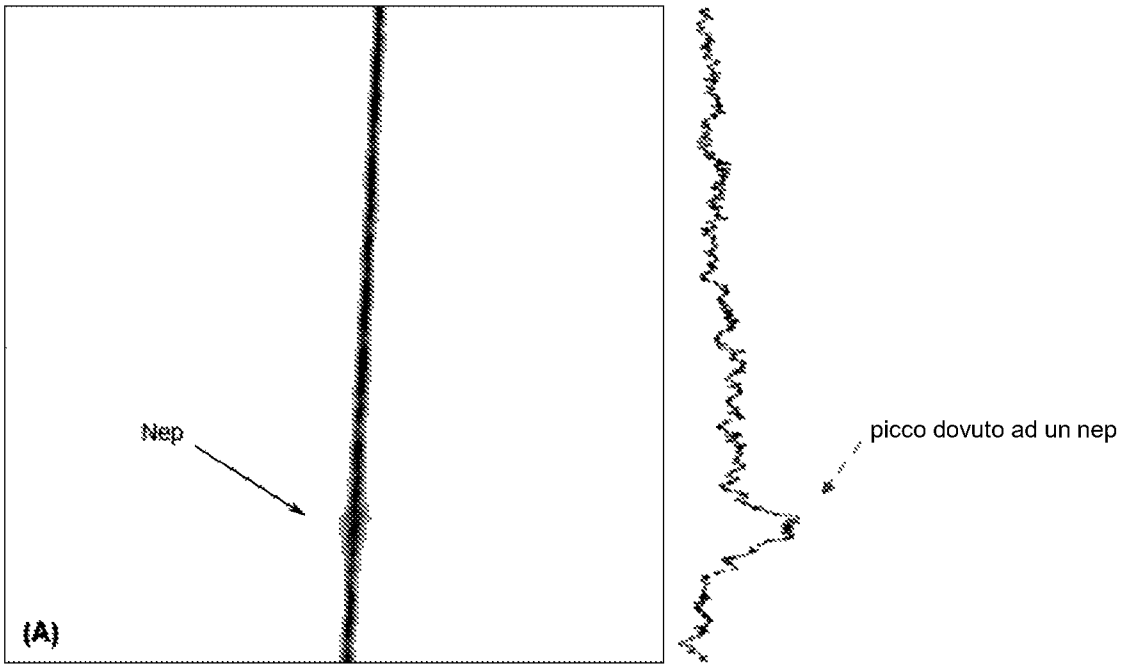


FIG.3a

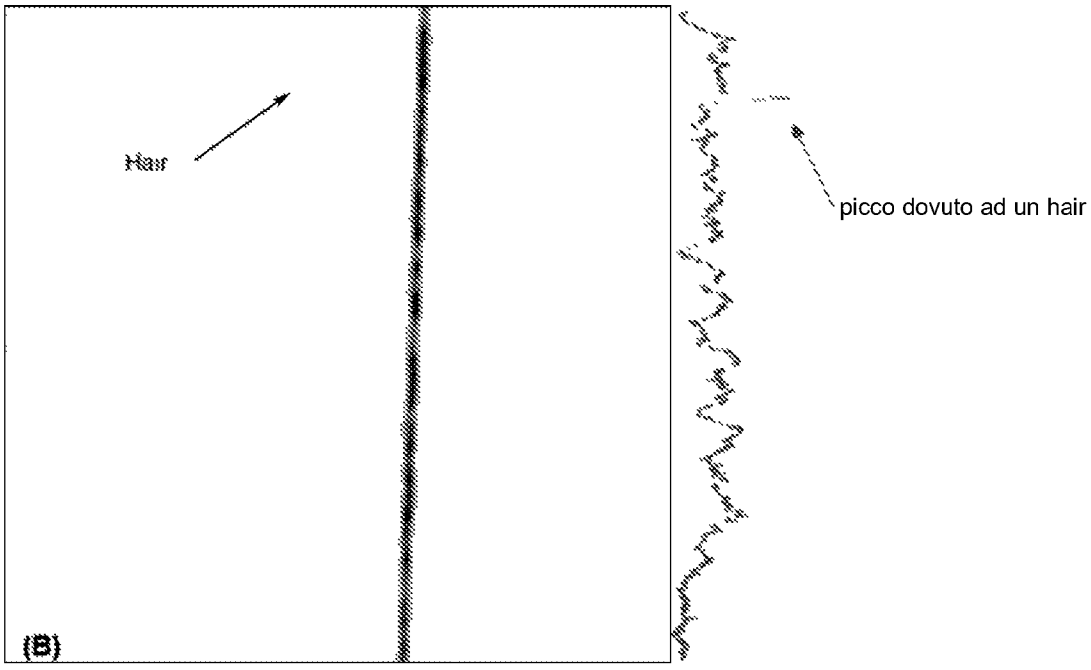


FIG.3b

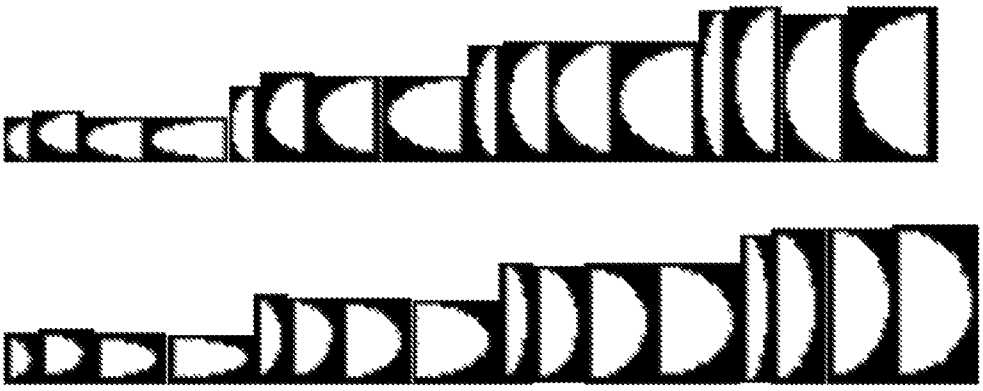


FIG.4