

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902083565A1

Publication Date

20140314

Applicant

DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A

Title

STABILIZZATORE ELETTROMAGNETICO

Domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo:

“ STABILIZZATORE ELETTROMAGNETICO”

DESCRIZIONE

CAMPO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione si colloca nell'ambito degli impianti e dei processi di rivestimento di corpi piani in materiale ferromagnetico, ad esempio nastri d'acciaio. In particolare l'invenzione è relativa ad uno stabilizzatore elettromagnetico per stabilizzare e correggere la deformazione di un nastro in materiale ferromagnetico durante un processo di rivestimento dello stesso nastro metallico con metallo fuso (ad esempio un processo di zincatura). La presente invenzione è relativa inoltre ad un impianto per il rivestimento di un nastro metallico con metallo fuso comprendente tale stabilizzatore elettromagnetico.

STATO DELLA TECNICA

Come noto, i nastri in materiale ferromagnetico, come ad esempio i nastri metallici, sono rivestibili esternamente attraverso una pluralità di processi di rivestimento, ad esempio mediante zincatura.

In tali processi di rivestimento il nastro metallico è normalmente soggetto a deformazioni e vibrazioni, corrette mediante l'impiego di dispositivi di tipo elettromagnetico. Ad esempio, con riferimento alle figure 1 e 2, un dispositivo elettromagnetico noto impiegato per stabilizzare localmente un nastro metallico M è costituito da una pluralità di coppie affacciate di attuatori elettromagnetici 10. Ciascun attuatore comprende un nucleo in materiale ferromagnetico includente una coppia di poli sui quali sono rispettivamente avvolte una coppia di bobine 2', 2'', reciprocamente distanziate lungo la direzione di avanzamento 100 del nastro metallico M. Per effetto della corrente circolante nelle bobine 2' e 2'', gli attuatori elettromagnetici 10 generano forze magnetiche attive sul nastro magnetico M, in modo tale da stabilizzare e correggere la forma dello stesso nastro M durante il processo di rivestimento. Ogni coppia di attuatori elettromagnetici 10 è allineata ad almeno un'altra coppia di attuatori elettromagnetici 10 secondo una direzione 100'

ortogonale alla direzione di avanzamento 100 del nastro metallico M. Ciascuna coppia di attuatori elettromagnetici è alimentata da sorgenti di corrente, tipicamente comandate mediante un controllore ad anello chiuso. Il segnale di controllo, che determina il livello di corrente di ogni elettromagnete, viene generato in funzione di informazioni operative quali la posizione assunta dal nastro metallico M rispetto ad un piano di avanzamento teorico, lo spessore e l'uniformità del rivestimento, lo spessore e/o la larghezza del nastro metallico M, la velocità di avanzamento del nastro stesso. La posizione del nastro metallico M rispetto al piano di avanzamento teorico è misurata mediante una pluralità di sensori di posizione 11.

Un dispositivo elettromagnetico del tipo sopra descritto, mediante l'applicazione delle suddette forze magnetiche, deve esercitare una prima azione di correzione della deformazione trasversale del nastro metallico M e una seconda azione di riduzione delle oscillazioni del nastro metallico M. In generale, si dovranno generare campi magnetici statici o lentamente variabili nel tempo per esercitare la prima azione e campi magnetici rapidamente variabili per la seconda azione. Tali due azioni determinano due differenti necessità. Infatti, per esercitare la prima azione è necessario massimizzare l'intensità della forza applicata al nastro metallico M mentre per esercitare la seconda è invece necessario massimizzare la risposta dinamica ovvero la velocità di variazione della forza magnetica.

Queste due esigenze sono tra loro contrastanti. Dal punto di vista elettromagnetico, per massimizzare la forza magnetica si deve aumentare il numero di spire delle bobine 2' e 2'' avvolte sul nucleo dell'attuatore elettromagnetico 10 oppure aumentare la sezione del polo su cui sono avvolte mentre, per ottenere la massima risposta dinamica, si deve contenere il numero delle spire delle bobine 2' e 2'' oppure limitare la sezione del polo su cui sono avvolte.

Una possibile soluzione a tale problema è quella di costruire due dispositivi elettromagnetici distinti, l'uno dedicato alla correzione della deformazione, in cui è massimizzata la forza elettromagnetica, e l'altro dedicato alla riduzione delle oscillazioni, in cui è invece massimizzata la velocità di variazione del campo magnetico e quindi della forza elettromagnetica generata. Il principale inconveniente

di tale soluzione è rappresentato dalla scarsa compattezza del dispositivo così concepito.

Una seconda soluzione, che evita di costruire due dispositivi separati e, al contempo, realizza un dispositivo compatto, è quella di prevedere una o più bobine 2' e 2'' poste sullo stesso nucleo di uno stesso attuatore elettromagnetico 10. Le bobine possono essere entrambe alimentate da una stessa sorgente elettrica, sovradimensionata rispetto al necessario e accoppiata a un controllore collegato ai sensori di posizione (soluzione non rappresentata). In alternativa, secondo una terza soluzione rappresentata in figura 2, le bobine 2' e 2'' sono alimentate da due rispettive e distinte sorgenti elettriche 4' e 4''.

I principali inconvenienti della suddetta seconda soluzione sono determinati dalla necessità di sovradimensionare l'unica sorgente elettrica presente e dalle ridotte capacità di riduzione delle oscillazioni. Con questa soluzione, infatti, sia la prima che la seconda delle azioni correttive desiderate sono ottenute sfruttando magneticamente la stessa ristretta zona 5' del nastro metallico M, in quanto le linee 7' (linee tratto-punto) e 7'' (linee continue) dei due rispettivi campi magnetici prodotti dalle bobine 2' e 2'' si sviluppano lungo lo stesso percorso. In funzione delle condizioni di saturazione magnetica del nastro metallico M, che ha uno spessore contenuto (normalmente compreso tra 0.3mm e 5mm), e dell'attuatore elettromagnetico 10, si devono continuamente correggere i parametri del controllore 6 per garantire la stabilità del controllo. Un tale funzionamento è poco efficiente, dal momento che, per garantire la stabilità del sistema di controllo ad anello chiuso, i parametri del controllore 6 devono essere corretti ogni volta che il processo di rivestimento è applicato ad un nastro metallico M di diverso spessore, come noto ad esempio dal documento US20110217481.

Nelle soluzioni note sopra descritte, inoltre, le bobine 2', 2'' sono alloggiare su uno stesso nucleo e di conseguenza sono sempre magneticamente accoppiate, anche quando le sorgenti 4' e 4'' sono separate. Ciò determina il fatto che le sorgenti 4' e 4'' non possano funzionare al meglio perché anch'esse sono mutuamente elettricamente accoppiate attraverso i rispettivi campi magnetici 7', 7''. Infatti, il campo magnetico

variabile 7'', originato dalla seconda bobina 2', genera correnti indotte nella prima bobina 2' avvolta sullo stesso nucleo ferromagnetico, che si sovrappongono alla corrente principale in essa generata dalla prima sorgente 4'. Il disaccoppiamento elettrico delle sorgenti, che è necessario per garantire il regolare funzionamento delle sorgenti 4' e 4'', non è quindi realizzabile in quanto le sorgenti interagiscono attraverso uno stesso circuito magnetico. Ciò determina, di conseguenza, una riduzione delle prestazioni delle sorgenti 4' e 4'' e, nel peggiore dei casi, l'impossibilità di un efficace controllo delle stesse sorgenti da parte del controllore 6.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

Compito specifico della presente invenzione è dunque quello di fornire un dispositivo elettromagnetico per stabilizzare e ridurre la deformazione di un nastro metallico in materiale ferromagnetico, ad esempio un nastro metallico, durante un processo di rivestimento del nastro stesso, in grado di ovviare agli inconvenienti sopra lamentati con riferimento alla tecnica nota citata.

In particolare, si intende proporre un dispositivo che consenta di separare e rendere magneticamente indipendenti le due azioni sopra menzionate di:

- correggere la deformazione trasversale del nastro e
- ridurre le oscillazioni del nastro.

Altro scopo della presente invenzione è quello di minimizzare lo spazio occupato dall'installazione del dispositivo stesso.

Tali scopi sono raggiunti mediante uno stabilizzatore elettromagnetico per stabilizzare e correggere la deformazione di un nastro in materiale metallico ferromagnetico durante il suo avanzamento, detto dispositivo comprendendo:

- una prima pluralità di elettromagneti allineati lungo una direzione trasversale parallela ad un piano teorico di avanzamento di detto nastro e ortogonale ad una direzione di avanzamento di detto nastro,
 - una seconda pluralità di elettromagneti disposta in posizione speculare a detta prima pluralità di elettromagneti rispetto a detto piano teorico,
- in cui ciascuno di detti elettromagneti comprende:
- un nucleo dotato di almeno un primo e un secondo polo,

- almeno una prima e una seconda bobina rispettivamente avvolte intorno a detti primo e secondo polo,
 - una prima e una seconda sorgente elettrica per rispettivamente alimentare dette prima e seconda bobina così da rispettivamente generare un primo e un secondo campo magnetico,
 - un interspazio esteso tra dette prima e seconda bobina,
- caratterizzato dal fatto che ciascuno di detti elettromagneti ulteriormente comprende almeno un concentratore in materiale ferromagnetico collegato a detto nucleo e disposto in detto interspazio così da rendere magneticamente indipendenti tra loro dette prima e seconda bobina.

Secondo un ulteriore aspetto dell'invenzione, i problemi sopra citati vengono risolti mediante un processo per stabilizzare e correggere la deformazione di un nastro in materiale metallico ferromagnetico durante il suo avanzamento, detto processo comprendendo le fasi di:

- generare una prima pluralità di campi magnetici allineati lungo una direzione trasversale parallela ad un piano teorico di avanzamento di detto nastro e ortogonale ad una direzione di avanzamento di detto nastro, detta prima pluralità di campi magnetici statici o lentamente variabili nel tempo essendo dimensionata per correggere la deformazione trasversale di detto nastro;
 - generare una seconda pluralità di campi magnetici allineati lungo una direzione trasversale parallela ad un piano teorico di avanzamento di detto nastro e ortogonale ad una direzione di avanzamento di detto nastro, detta seconda pluralità di campi magnetici essendo distanziata da detta prima pluralità di campi magnetici lungo detta direzione di avanzamento, detta seconda pluralità di campi magnetici essendo dimensionata per correggere le oscillazioni di detto nastro;
- caratterizzato dal fatto di comprendere l'ulteriore fase di interporre uno o più concentratori ferromagnetici tra dette pluralità di campi magnetici così da rendere magneticamente indipendenti tra loro detta prima pluralità di campi magnetici rispetto a detta seconda pluralità di campi magnetici.

BREVE DESCRIZIONE DELLE FIGURE

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti alla luce della descrizione dettagliata di forme di realizzazione preferite, ma non esclusive, di un dispositivo elettromagnetico secondo la presente invenzione illustrato a titolo esemplificativo e non limitativo, con l'ausilio delle unite tavole di disegno in cui:

- la Figura 1 è una vista assonometrica di uno stabilizzatore elettromagnetico noto dallo stato della tecnica, impiegato in impianti di rivestimento di nastri metallici;
- la Figura 2 è una vista schematica di uno stabilizzatore elettromagnetico noto, includente uno schema elettrico dell'azionamento per il controllo del campo magnetico generato;
- la Figura 3 è una vista schematica, corrispondente a quella della Figure 2, di uno stabilizzatore elettromagnetico secondo la presente invenzione;
- la Figura 4 è una vista schematica di una variante realizzativa dello stabilizzatore elettromagnetico secondo la presente invenzione;
- la Figura 5 è una vista assonometrica, corrispondente a quella di figura 1, dello stabilizzatore elettromagnetico di Figura 4;
- la Figura 6 è una vista assonometrica di un particolare dello stabilizzatore elettromagnetico di Figura 5;
- la Figura 7 è una vista assonometrica di una variante realizzativa del particolare di Figura 6;
- la Figura 8 è una vista assonometrica di una variante realizzativa del dispositivo elettromagnetico di Figura 5.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Con riferimento alle allegate figure 3-8, uno stabilizzatore elettromagnetico 1 per stabilizzare e correggere la deformazione di un nastro in materiale ferromagnetico è complessivamente indicato con 1.

Il dispositivo elettromagnetico 1 è impiegabile per correggere la deformazione trasversale di un nastro M in materiale ferromagnetico e ridurre le oscillazioni dello stesso durante il suo avanzamento in un processo produttivo. In particolare lo stabilizzatore elettromagnetico 1 si presta particolarmente ad essere impiegato per

stabilizzare l'avanzamento di un nastro M nell'ambito di un impianto che realizza un processo di rivestimento, ad esempio un processo di zincatura.

Lo stabilizzatore elettromagnetico 1 può inoltre essere utilizzato eventualmente per produrre volutamente una deformazione sul nastro stesso.

Le figure da 5 a 9 si riferiscono a possibili forme di realizzazione di uno stabilizzatore elettromagnetico 1 secondo la presente invenzione. Lo stabilizzatore elettromagnetico 1 comprende una prima pluralità di elettromagneti 15 e una seconda pluralità di elettromagneti 16. Gli elettromagneti 15 della prima pluralità sono allineati lungo una direzione trasversale 100' sostanzialmente parallela ad un piano teorico 50 di avanzamento del nastro M e ortogonale ad una direzione di avanzamento 100 parallela al piano teorico 50. In modo analogo, gli elettromagneti 16 della seconda pluralità sono disposti in posizione speculare a detta prima pluralità di elettromagneti 15 rispetto al piano teorico 50. Anche gli elettromagneti 16 sono quindi allineati lungo una direzione anch'essa parallela al piano teorico di avanzamento 50 del nastro M e ortogonale a detta direzione di avanzamento 100. Per gli scopi dell'invenzione, con l'espressione piano teorico 50 di avanzamento si vuole indicare un piano lungo il quale dovrebbe teoricamente avanzare il nastro M in una condizione ideale di assenza di vibrazioni e profilo trasversale del nastro non deformato, ossia lineare nella vista della figure 3 e 4.

Ciascuno degli elettromagneti 15, 16 presenta un nucleo 17 comprendente almeno un primo polo 18' e un secondo polo 18'' e almeno una prima bobina 3' e una seconda bobina 3'', rispettivamente avvolte intorno al primo e secondo polo 18', 18'' e alimentate con una corrente di intensità regolabile.

Gli elettromagneti 15, della prima pluralità hanno la funzione di generare, attraverso l'alimentazione delle rispettive bobine, rispettivi campi magnetici da un primo lato del nastro M. Allo stesso modo, gli elettromagneti 16 della seconda pluralità hanno la funzione di generare rispettivi campi magnetici, in posizione speculare, rispetto al piano teorico 50, a quella dei campi magnetici generati dagli elettromagneti 15. In generale, ai fini della presente invenzione, i campi generati da ciascuno degli elettromagneti 15, 16 sono indipendenti dai campi magnetici generati da tutti gli altri

elettromagneti 15, 16, essendo ciascuno degli elettromagneti 15, 16 alimentabile indipendentemente dagli altri, come precisato maggiormente in dettaglio nel seguito. In figura 3 è rappresentata una prima forma di realizzazione della presente invenzione, in cui il nucleo 17 degli elettromagneti 15, 16, realizzato in materiale ferromagnetico, laminato o non laminato, ha sostanzialmente la forma della lettera "C", comprendendo quindi due poli 18', 18'' e due bobine 3', 3'' rispettivamente avvolte attorno ad essi.

Nella figura 4 è rappresentata invece una seconda forma di realizzazione in cui il nucleo 17, comunque realizzato in materiale ferromagnetico, laminato o non laminato, presenta invece una struttura avente sostanzialmente la forma della lettera "E" comprendente cioè tre poli 18', 18'', 18''' tra loro allineati lungo la direzione di avanzamento 100 e un giogo 19 di collegamento tra i poli 18', 18'', 18''', ortogonale ad essi. Più in dettaglio, il nucleo 17 comprende un primo polo centrale 18' interposto ed equidistante rispetto ad un secondo polo 18'' inferiore e ad un terzo polo 18''' superiore. Il secondo polo 18'' inferiore e il terzo polo 18''' superiore sono rispettivamente posti a monte e a valle del polo centrale 18', rispetto alla direzione di avanzamento 100. Ciascuno degli elettromagneti 15, 16 comprende inoltre una prima bobina 3', una seconda bobina 3'', e una terza bobina 3''', tra loro distanziate e rispettivamente avvolte intorno ai poli 18', 18'', 18''' in modo tale che la prima bobina 3' sia interposta tra la seconda e la terza bobina 3'', 3'''.

In generale, secondo altre varianti realizzative dell'invenzione (non rappresentate), il nucleo degli elettromagneti 15, 16 ha forma diversa da quelle rappresentate in figura 3 o in figura 4, potendo comprendere anche un numero di poli maggiore di tre. In particolare, è possibile realizzare varianti dell'invenzione in cui uno o più dei poli 18', 18'', 18''' delle varianti delle figure 3 e 4 sono sostituiti da rispettive pluralità di poli, in cui su tutti i poli di ciascuna pluralità sono avvolte rispettive bobine tra loro identiche per struttura e funzione.

In entrambe le forme realizzative delle figure 3 e 4, per la forma del nucleo 17, tra la prima e la seconda bobina 3', 3'' e il giogo 19 risulta definito un primo interspazio 21' mentre tra la prima e la terza bobina 3', 3''' e il giogo 19 risulta definito un secondo

interspazio 21". Nel primo e nel secondo interspazio 21', 21" sono rispettivamente disposti un primo e un secondo concentratore 22', 22" in materiale ferromagnetico, collegati al giogo 19 e orientati parallelamente ai poli 18, 18', 18". Il primo concentratore 22' è dimensionato e disposto in modo da rendere magneticamente indipendenti tra loro la prima e la seconda bobina 3', 3" mentre il secondo concentratore 22" è dimensionato e disposto in modo da rendere magneticamente indipendenti tra loro la prima e la terza bobina 3', 3"". Un terzo e un quarto concentratore 23', 23" sono disposti lungo i lati esterni della seconda e terza bobina 3", 3"", rispettivamente, in modo tale che la seconda bobina 3" risulti interposta tra il primo e il terzo concentratore 22', 23' e che la terza bobina 3"" risulti interposta tra il secondo e il quarto concentratore 22", 23".

I concentratori di campo magnetico in materiale ferromagnetico sono dimensionati e disposti in modo tale da evitare che le linee di campo del primo campo magnetico e del secondo campo magnetico interessino, rispettivamente, i poli sui quali sono avvolte le bobine che generano il secondo campo magnetico e il primo campo magnetico.

In pratica, ogni campo magnetico si richiude sul materiale ferromagnetico del nucleo, senza coinvolgere i poli sui quali sono avvolte le bobine che generano gli altri campi magnetici generati nello stesso nucleo 17. La richiusura in aria e attraverso il nastro M delle linee di campo di ciascun campo magnetico non interessa i poli sui quali sono avvolte le bobine che generano gli altri campi magnetici.

In altre varianti della presente invenzione, i poli e i concentratori in materiale ferromagnetico collegati al nucleo sono tra loro allineati lungo la direzione di avanzamento 100 e distribuiti in modo tale che ciascuna delle bobine avvolte intorno ai rispettivi poli sia interposta tra due di tali concentratori.

Nella forma realizzativa di figura 3, in cui il nucleo degli elettromagneti 15, 16 comprende solo due poli e due bobine rispettivamente avvolte attorno ad essi, è previsto un unico interspazio tra le due bobine e un concentratore disposto in tale interspazio. In questa forma realizzativa le due bobine sono preferibilmente tra loro diverse per numero di spire e/o sezione del polo su cui sono avvolte.

Le bobine 3', 3'', 3''' della forma realizzativa di figura 4 comprendono rispettive pluralità di spire avvolte attorno ad un rispettivo asse X', X'', X''' del rispettivo polo 18', 18'', 18''' ortogonale rispetto al piano teorico 50 e al giogo 19. Nell'esempio realizzativo delle allegate figure, la seconda bobina 3'', e la terza bobina 3''' sono tra loro identiche mentre la prima bobina 3' è diversa dalle altre due bobine 3'', 3''', differenziandosi per un maggiore numero di spire e/o per una maggiore sezione del polo 18'.

Lo stabilizzatore elettromagnetico 1 comprende inoltre un circuito di alimentazione 60 degli elettromagneti 15, 16 includente un controllore 6 e due sorgenti elettriche 4' e 4'' per alimentare elettricamente le bobine 3', 3'', 3'''. In generale è previsto l'impiego di un controllore 6 e di due sorgenti elettriche 4' e 4'' per ciascuno degli elettromagneti 15, 16. La prima sorgente 4' è collegata elettricamente alla prima bobina 3' per generare un primo campo magnetico 27'. La seconda sorgente 4'' è collegata elettricamente alla seconda e alla terza bobina 3'', 3''' per generare rispettivamente un secondo e un terzo campo magnetico 27'', 27''', di identica intensità. In alternativa, si possono avere intensità e dinamiche diverse per le bobine 3'' e 3''', per esempio aggiungendo una terza sorgente di alimentatore collegata alla terza bobina 3''' mentre la seconda sorgente 4'' viene impiegata unicamente per la seconda bobina 3''.

Per effetto della presenza dei concentratori ferromagnetici 22', 22'', 23', 23'', i tre campi magnetici 27', 27'', 27''' risultano attivi tra il rispettivo polo 18', 18'', 18''' e la coppia di concentratori ferromagnetici rispettivamente posta ai lati del rispettivo polo 18', 18'', 18'''. Di conseguenza, il primo campo magnetico 27' risulta definito tra il primo polo 18' e la coppia di concentratori ferromagnetici costituita dal primo e dal secondo concentratore 22', 22'', il secondo campo magnetico 27'' risulta definito tra il secondo polo 18'' e la coppia di concentratori ferromagnetici costituita dal primo e dal terzo concentratore 22', 23', il terzo campo magnetico 27''' risulta definito tra il terzo polo 18''' e la coppia di concentratori ferromagnetici costituita dal secondo e dal quarto concentratore 22'', 23''. I tre campi magnetici 27', 27'', 27''' risultano quindi attivi su rispettive e distinte zone 25', 25'', 25''' del nastro M. Ciò determina particolari

vantaggi quando almeno uno dei campi magnetici 27', 27'', 27''' è di intensità variabile, perché in questo modo si evita che il campo magnetico variabile influenzi la sorgente elettrica degli altri campi magnetici, statici o variabili, generati dallo stesso elettromagnete.

Con riferimento alle varianti delle allegate figure, per effetto delle differenze strutturali tra la prima bobina 3' e le altre due bobine 3'' e 3''', i rispettivi campi magnetici 27', 27'', 27''' sono opportunamente dimensionati in modo da assolvere le due distinte funzioni richieste allo stabilizzatore magnetico 1, ovvero la correzione della deformazione trasversale e la riduzione delle oscillazioni del nastro M. In particolare, il numero di spire della prima bobina 3' e la sezione del polo 18' sono scelti in modo da massimizzare la forza magnetica determinata dal campo magnetico 27' mentre il numero di spire delle bobine 3'' e 3''' e le sezioni dei poli 18'' e 18''' sono contenuti in modo da massimizzare la risposta dinamica e quindi la rapida variazione delle forze magnetiche determinate dai campi magnetici 27'', 27'''. Mediante l'alimentazione fornita dalle rispettive sorgenti 4', 4'', il primo campo magnetico 27' è reso statico o lentamente variabile nel tempo in modo da poter fornire un'azione di correzione della deformazione trasversale del nastro M mentre il secondo e il terzo campo magnetico 27'', 27''' sono resi variabili con opportuna frequenza per eliminare o contenere le oscillazioni del nastro M.

I campi magnetici variabili 27'', 27''' generati delle bobine 3'' e 3''', grazie alla presenza dei concentratori 22', 22'', 23', 23'', non si richiudono attraverso il polo centrale 18' e non interferiscono quindi con la sorgente 4' della prima bobina 3', garantendone il corretto funzionamento.

Con riferimento alla variante realizzativa di figura 7, è previsto l'impiego di due concentratori ferromagnetici 24 scatolari ciascuno costituito da quattro lati piani, conformati e disposti in modo da circondare la seconda e la terza bobina 3'', 3''' attorno ai rispettivi assi di avvolgimento X'', X'''. In pratica, il concentratore ferromagnetico 24 della seconda bobina 3'' integra il primo e il terzo concentratore piano 22', 23', tra loro collegati mediante due pareti laterali 28', 28'' mentre il concentratore ferromagnetico 24 della terza bobina 3''' integra il secondo e il quarto

concentratore piano 22'', 23'', tra loro collegati mediante due pareti laterali 29', 29''. Ciò permette, rispetto alla variante di figura 6, di avere a disposizione un volume maggiore di materiale ferromagnetico da impiegare per la chiusura dei campi elettromagnetici 27'', 27''', in particolare nel caso in cui i concentratori piani 22', 22'', 23', 23'' non fossero sufficienti perché in condizioni di saturazione.

I campi magnetici 27', 27'', 27''' sono generati dalle bobine 3', 3'' e 3''' mediante le sorgenti elettriche 4', 4'' comandate dal controllore 6 in funzione della posizione e della forma del nastro rispetto alla posizione e alla forma ideali rappresentate dal piano teorico 50. Per identificare tali forma e posizione lo stabilizzatore magnetico 1 comprende una pluralità di sensori 11 di posizione, collegati al controllore 6, in modo che il controllore 6 possa funzionare in anello chiuso. I sensori 11 sono del tipo detto "a correnti parassite", oppure di tipo capacitivo oppure laser oppure di altro tipo noto, purché in grado di fornire al controllore 6 le informazione riguardante la posizione e, di conseguenza, anche la forma del nastro M, necessarie al funzionamento dello stabilizzatore 1.

Con riferimento alla figura 8, lo stabilizzatore elettromagnetico 1 comprende inoltre un primo elemento 26 di collegamento in materiale ferromagnetico che collega fra loro i nuclei 17 degli elettromagneti 15 della prima pluralità e un secondo elemento di collegamento (non rappresentato) che collega i nuclei degli elettromagneti 16 della seconda pluralità. Il primo elemento di collegamento 26 e il secondo elemento di collegamento sono posti in reciproche posizioni speculari rispetto al piano teorico 50 di avanzamento.

In particolare nella forma di realizzazione illustrata in figura 8, il primo elemento di collegamento 26 e il secondo elemento di collegamento collegano fra loro i poli centrali 18' degli elettromagneti 15, 16, rispettivamente.

Il primo e il secondo elemento di collegamento sono realizzati preferibilmente in forma di una barra di sezione rettangolare realizzata in materiale ferromagnetico laminato o non laminato e hanno la funzione di convogliare e diffondere i campi magnetici.

La presente invenzione è anche relativa ad un impianto per il rivestimento, ad esempio un impianto di zincatura, di un nastro M in materiale metallico ferromagnetico comprendente uno stabilizzatore elettromagnetico 1, realizzato secondo quanto sopra descritto.

La presente invenzione è inoltre relativa a un processo per stabilizzare e correggere la deformazione di un nastro M in materiale metallico ferromagnetico durante il suo avanzamento. Tale processo comprendendo le fasi di:

- generare una prima pluralità di campi magnetici 27' allineati lungo una direzione trasversale 100' parallela ad un piano teorico 50 di avanzamento del nastro M e ortogonale ad una direzione 100 di avanzamento del nastro M. I campi magnetici 27' sono statici o lentamente variabili nel tempo e di intensità tale da correggere la deformazione trasversale di detto nastro M;
- generare una seconda e una terza pluralità di campi magnetici 27'', 27''' rispettivamente anch'essi allineati lungo la direzione trasversale 100'. I campi magnetici 27'', 27''' sono distanziati dai campi magnetici 27' della prima pluralità lungo la direzione di avanzamento 100 e sono dimensionati e alimentati in modo da variare rapidamente per correggere le oscillazioni del nastro M.

Per generare i campi magnetici 27', 27'', 27''' è impiegabile la pluralità di elettromagneti 15, 16 dello stabilizzatore magnetico 1 oppure di un altro stabilizzatore di tipo convenzionale. Il processo per stabilizzare e correggere la deformazione di un nastro M in materiale metallico ferromagnetico secondo la presente invenzione si caratterizza tuttavia per il fatto di comprendere l'ulteriore fase di interporre uno o più concentratori ferromagnetici, ad esempio i concentratori piani 22', 22'', 23', 23'' oppure i concentratori scatolari 24, tra i campi magnetici 27', 27'', 27'''. In questo modo i secondi e i terzi campi magnetici 27'', 27''' sono convogliati in modo tale che le rispettive linee di campo si richiudano lungo un percorso che si sviluppa in aria ed, internamente al nastro M in modo indipendente rispetto al primo campo magnetico 27'. In particolare, le linee di campo dei secondi e terzi campi magnetici 27'', 27''' non interessano il polo magnetico 18' sul quale è avvolta la bobina 3' che genera il primo campo magnetico 3'. In questo modo i campi magnetici variabili 27'', 27''',

richiudendosi attraverso i concentratori ferromagnetici, non interferiscono con la sorgente 4' della prima bobina 3', garantendone quindi il disaccoppiamento e, dunque, il corretto funzionamento e di conseguenza la corretta generazione del primo campo magnetico 27'.

I primi campi magnetici 27' interessano un'area 25' del nastro M diversa dalle aree 25'' e 25''' su cui si richiudono i campi 27'' e 27'''. In tal modo i campi 27'' e 27''' possono agire su aree 25'' e 25''' del nastro M non saturate dai forti campi magnetici 27' usati per la correzione della deformazione del nastro M, con aumento dell'efficacia dell'azione stabilizzante. Inoltre, i primi campi magnetici 27', in assenza di concentratori, si richiuderebbero nel materiale ferromagnetico dell'elettromagnete, attraverso i poli 18'' e 18''', portandoli in saturazione e rendendo meno efficace l'azione di controllo della stabilità della forma del nastro M.

Le soluzioni tecniche descritte consentono di assolvere pienamente il compito e gli scopi prefissati con riferimento alla tecnica nota citata, conseguendo una pluralità di ulteriori vantaggi, tra i quali:

- la compattezza dello stabilizzatore elettromagnetico 1;
- la realizzazione di sorgenti elettriche 4' e 4'' di minore potenza rispetto al caso di impiego di un'unica sorgente elettrica sovradimensionata rispetto al necessario, con conseguente riduzione dei costi e degli ingombri;
- un sistema di controllo 6 robusto, tale da adattarsi a diverse condizioni operative (ad esempio nastri di spessore diverso), senza la necessità di modificare i parametri interni del sistema di controllo 6.

La separazione delle due azioni correzione della deformazione e delle oscillazione permette di realizzare ciascun nucleo 17 con materiali diversi, al fine di ridurre i costi e, al contempo, limitare le perdite. Infatti, i poli inferiore e superiore 18'', 18''', soggetti ai campi magnetici variabili 27'', 27''' possono essere realizzati in materiale laminato, ovvero formato da lamierini isolati tra loro, in modo da ridurre le perdite per isteresi e correnti parassite, mentre il polo centrale 18' può essere preferibilmente realizzato in materiale ferromagnetico pieno.

RIVENDICAZIONI

1. Stabilizzatore elettromagnetico (1) per stabilizzare e correggere la deformazione di un nastro (M) in materiale metallico ferromagnetico durante il suo avanzamento, detto stabilizzatore (1) comprendendo:

- una prima pluralità di elettromagneti (15) allineati lungo una direzione trasversale (100') parallela ad un piano teorico (50) di avanzamento di detto nastro (M) e ortogonale ad una direzione (100) di avanzamento di detto nastro (M),
- una seconda pluralità di elettromagneti (16) disposti in posizione speculare a detta prima pluralità di elettromagneti (15) rispetto a detto piano teorico (50),

in cui ciascuno di detti elettromagneti (15, 16) comprende:

- un nucleo (17) dotato di almeno un primo e un secondo polo (18', 18''),
- almeno una prima e una seconda bobina (3', 3'') rispettivamente avvolte intorno a detti primo e secondo polo (18', 18''),
- una prima e una seconda sorgente (4', 4'') elettrica per rispettivamente alimentare dette prima e seconda bobina (3', 3'') così da rispettivamente generare un primo e un secondo campo magnetico (27', 27''),
- un interspazio (21', 21'') esteso tra dette prima e seconda bobina (3', 3''), caratterizzato dal fatto che ciascuno di detti elettromagneti (15, 16) ulteriormente comprende almeno un concentratore (22', 22'') in materiale ferromagnetico collegato a detto nucleo e disposto in detto interspazio così da rendere magneticamente indipendenti tra loro dette prima e seconda bobina (3', 3'').

2. Stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo la rivendicazione 1, in cui ciascuno di detti elettromagneti (15, 16) comprende una pluralità di concentratori (22', 22'', 23', 23'') in materiale ferromagnetico collegati a detto nucleo, allineati a dette prima e seconda bobina (3', 3'') lungo detta direzione (100) di avanzamento e disposti in modo tale che ciascuna di dette bobine (3', 3'') sia interposta tra due di detti concentratori (22', 22'', 23', 23'').

3. Stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detta prima bobina (3') è diversa per numero di spire e/o diametro da detta seconda bobina (3'').

4. Stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui ciascuno di detti elettromagneti (15, 16) ulteriormente comprende almeno una terza bobina (3''') identica a detta seconda bobina (3''), dette prima, seconda e terza bobina (3', 3'', 3''') essendo allineate lungo la direzione (100) di avanzamento di detto nastro (M) e disposte in modo tale che detta prima bobina sia interposta tra dette seconda e terza bobina (3'', 3''').
5. Stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo la rivendicazione 4, in cui detta terza bobina (3''') è alimentata da detta seconda sorgente (4'') elettrica.
6. Stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui almeno uno di detti concentratori (24) è conformato in modo da circondare una di dette bobine (3', 3'', 3''') attorno ad un rispettivo asse di avvolgimento (X', X'', X''') di detta una bobina (3', 3'', 3''').
7. Stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detto stabilizzatore (1) ulteriormente comprende:
 - un primo elemento (26) di collegamento in materiale ferromagnetico che collega i nuclei di detta prima pluralità di elettromagneti (15);
 - un secondo elemento (26') di collegamento in materiale ferromagnetico che collega i nuclei di detta seconda pluralità di elettromagneti (16).
8. Stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo la rivendicazione 7, in cui detto primo elemento (26) di collegamento in materiale ferromagnetico collega detti primi poli (18') di ciascun elettromagnete (15) di detta prima pluralità di elettromagneti e detto secondo elemento (26') di collegamento in materiale ferromagnetico collega detti primi poli (18') di ciascun elettromagnete (16) di detta seconda pluralità di elettromagneti.
9. Stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detto dispositivo (1) comprende una pluralità di sensori (11) di posizione atti a misurare la posizione e la forma di detto nastro (M) rispetto a detto piano teorico (50) di avanzamento, ciascuna bobina di alimentazione (3, 3', 3'') di ciascuno di detti elettromagneti (15, 16) essendo alimentata in funzione di detta

posizione e di detta forma di detto nastro (M) rispetto a detto piano teorico (50) di avanzamento.

10. Impianto per il rivestimento di un nastro (M) in materiale metallico ferromagnetico comprendente uno stabilizzatore elettromagnetico (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

11. Processo per stabilizzare e correggere la deformazione di un nastro (M) in materiale metallico ferromagnetico durante il suo avanzamento, detto processo comprendendo le fasi di:

- generare una prima pluralità di campi magnetici (27') allineati lungo una direzione trasversale (100') parallela ad un piano teorico (50) di avanzamento di detto nastro (M) e ortogonale ad una direzione (100) di avanzamento di detto nastro (M), detta prima pluralità di campi magnetici (27') essendo dimensionata per correggere la deformazione trasversale di detto nastro (M);

- generare una seconda pluralità di campi magnetici (27'') allineati lungo una direzione trasversale (100') parallela ad un piano teorico (50) di avanzamento di detto nastro (M) e ortogonale ad una direzione (100) di avanzamento di detto nastro (M), detta seconda pluralità di campi magnetici (27'') essendo distanziata da detta prima pluralità di campi magnetici (27') lungo detta direzione (100) di avanzamento, detta seconda pluralità di campi magnetici (27'') essendo dimensionata per correggere le oscillazioni di detto nastro (M);

caratterizzato dal fatto di comprendere l'ulteriore fase di interporre uno o più concentratori ferromagnetici tra dette pluralità di campi magnetici (27', 27'') così da rendere magneticamente indipendenti tra loro detta prima pluralità di campi magnetici (27') rispetto a detta seconda pluralità di campi magnetici (27'').

CLAIMS

1. An electromagnetic stabilizer (1) for stabilizing and correcting the deformation of a tape (M) made of ferromagnetic metal material during its feeding, said stabilizer (1) comprising:

- a first plurality of electromagnets (15) aligned along a transversal direction (100') parallel to a theoretical feeding plane (50) of said tape (M) and orthogonal to a feeding direction (100) of said tape (M);

- a second plurality of electromagnets (16) arranged in a position mirroring said first plurality of electromagnets (15) with respect to said theoretical plane (50),

wherein each of said electromagnets (15, 16) comprises:

- a core (17) equipped with at least a first and a second pole (18', 18''),

- at least a first and a second coil (3', 3'') wound about said first and second pole (18', 18''), respectively,

- a first and a second power source (4', 4'') to supply said first and second coil (3', 3''), respectively, so as to generate a first and a second magnetic field (27', 27''), respectively,

- a gap (21', 21'') extending between said first and second coil (3', 3''),

characterized in that each of said electromagnets (15, 16) further comprises at least one concentrator (22', 22'') made of ferromagnetic material connected to said core and arranged in said gap so as to make said first and second coil (3', 3'') magnetically independent from each other.

2. An electromagnetic stabilizer (1) according to claim 1, wherein each of said electromagnets (15, 16) comprises a plurality of concentrators (22', 22'', 23', 23'') made of ferromagnetic material connected to said core, aligned with said first and second coil (3', 3'') along said feeding direction (100) and arranged so that each of said coils (3', 3'') is interposed between two of said concentrators (22', 22'', 23', 23'').

3. An electromagnetic stabilizer (1) according to claim 1 or 2, wherein said first coil (3') differs from said second coil (3'') in number of turns and/or diameter.

4. An electromagnetic stabilizer (1) according to claim 1 or 2, wherein each of said electromagnets (15, 16) further comprises at least a third coil (3'''), which is identical to said second coil (3''), said first, second and third coil (3', 3'', 3''') being aligned along the feeding direction (100) of said tape (M) and arranged so that said first coil is interposed between said second and third coil (3'', 3''').
5. An electromagnetic stabilizer (1) according to claim 4, wherein said third coil (3''') is supplied by said second power source (4'').
6. An electromagnetic stabilizer (1) according to one of the preceding claims, wherein at least one of said concentrators (24) is shaped so as to surround one of said coils (3', 3'', 3''') around a respective winding axis (X', X'', X''') of said coil (3', 3'', 3''').
7. An electromagnetic stabilizer (1) according to one of the preceding claims, wherein said stabilizer (1) further comprises:
 - a first connection element (26) made of ferromagnetic material which connects the cores of said first plurality of electromagnets (15);
 - a second connection element (26') made of ferromagnetic material which connects the cores of said second plurality of electromagnets (16).
8. An electromagnetic stabilizer (1) according to claim 7, wherein said first connection element (26) made of ferromagnetic material connects said first poles (18'') of each electromagnet (15) of said first plurality of electromagnets and said second connection element (26') made of ferromagnetic material connects said first poles (18') of each electromagnet (16) of said second plurality of electromagnets.
9. An electromagnetic stabilizer (1) according to one of the preceding claims, wherein said device (1) comprises a plurality of position sensors (11) adapted to measure the position and the shape of said tape (M) with respect to said theoretical feeding plane (50), each feeding coil (3, 3', 3'') of each of said electromagnets (15, 16) being fed according to said position and said shape of said tape (M) with respect to said theoretical feeding plane (50).

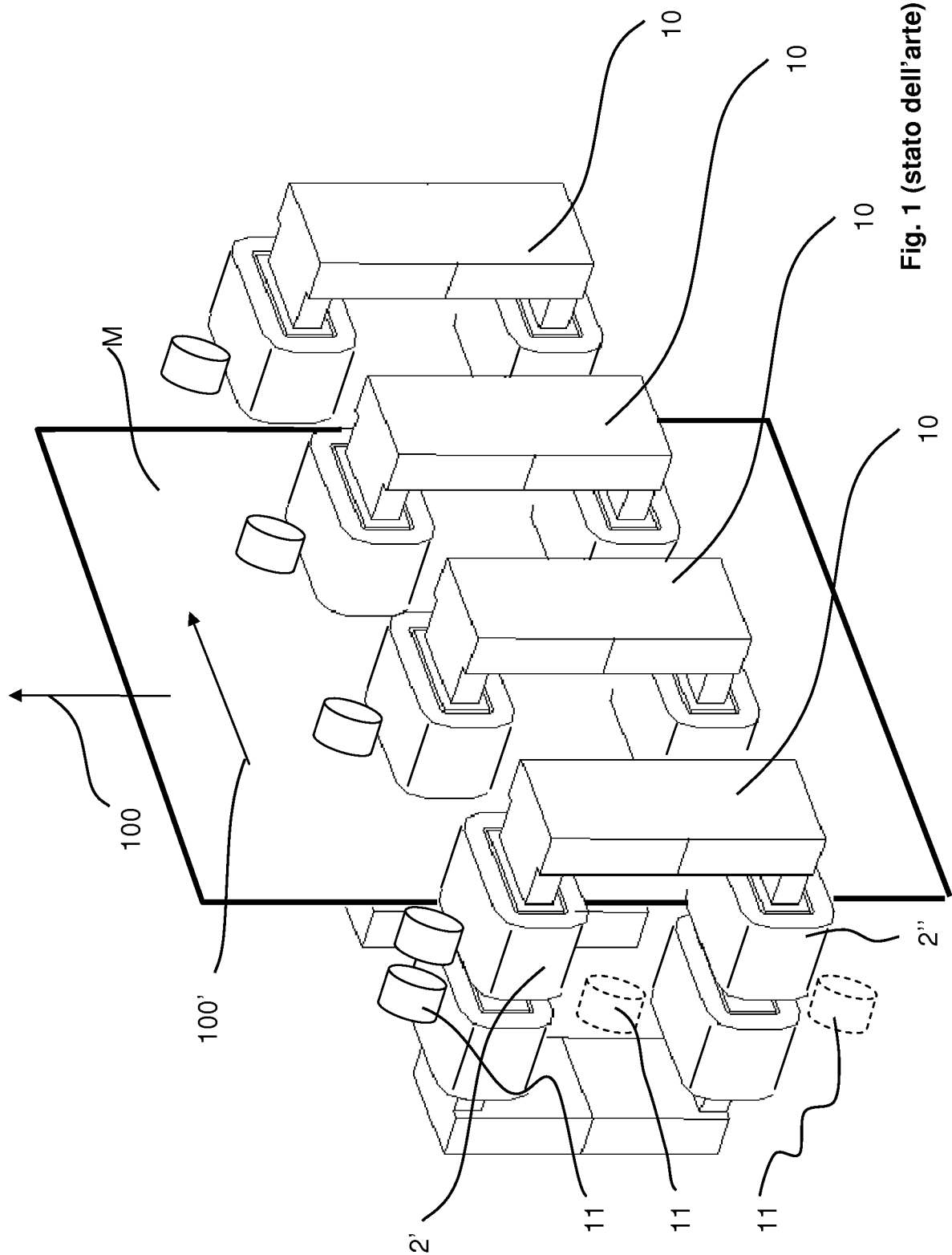
10. A coating system for coating a tape (M) made of ferromagnetic metal comprising an electromagnetic stabilizer (1) according to any one of the preceding claims.

11. A process for stabilizing and correcting the deformation of a tape (M) made of ferromagnetic metal during its feeding, said process comprising the steps of:

- generating a first plurality of magnetic fields (27') aligned along a transversal direction (100') parallel to a theoretical feeding plane (50) of said tape (M) and orthogonal to a feeding direction (100) of said tape (M), said first plurality of magnetic fields (27') being sized to correct the transversal deformation of said tape (M);

- generating a second plurality of magnetic fields (27'') aligned along a transversal direction (100'') parallel to a theoretical feeding plane (50) of said tape (M) and orthogonal to a feeding direction (100) of said tape (M), said second plurality of magnetic fields (27'') being spaced apart from said first plurality of magnetic fields (27') along said feeding direction (100), said second plurality of magnetic fields (27'') being sized to correct the oscillations of said tape (M);

characterized in that it comprises the further step of interposing one or more ferromagnetic concentrators between said plurality of magnetic fields (27', 27'') so as to make said first plurality of magnetic fields (27') magnetically independent with respect to said second plurality of magnetic fields (27'').



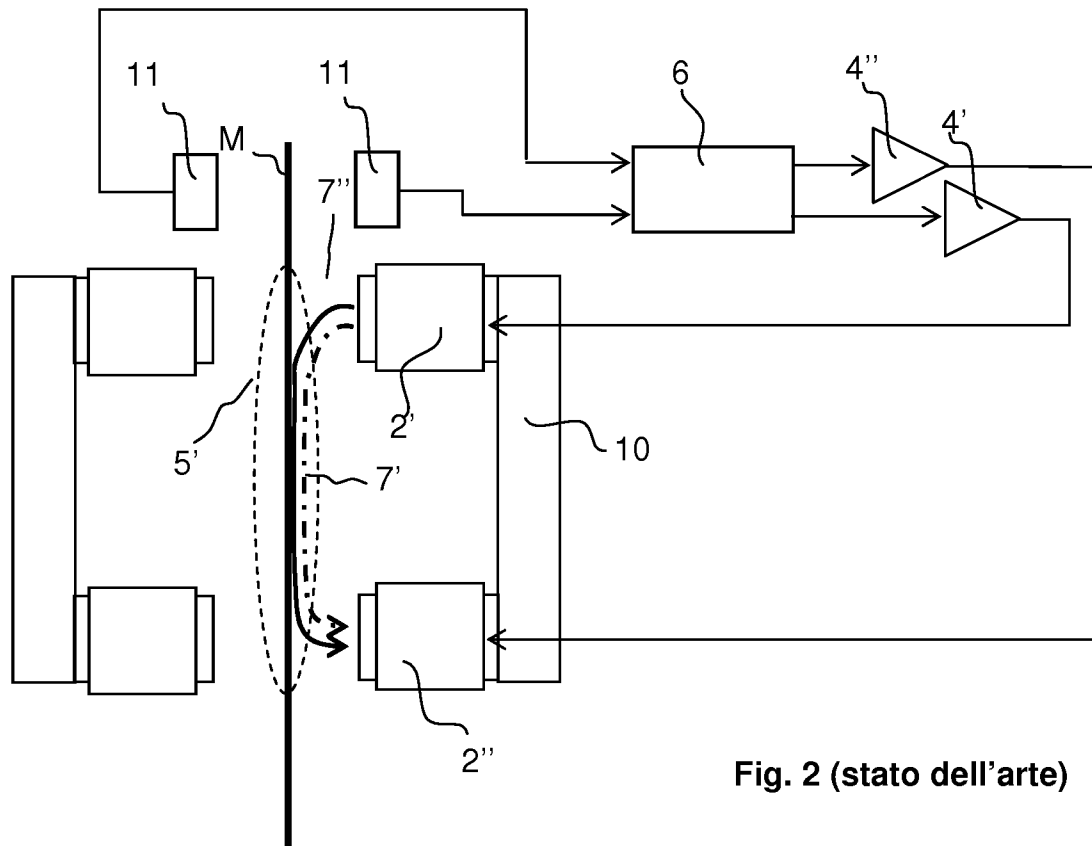


Fig. 2 (stato dell'arte)

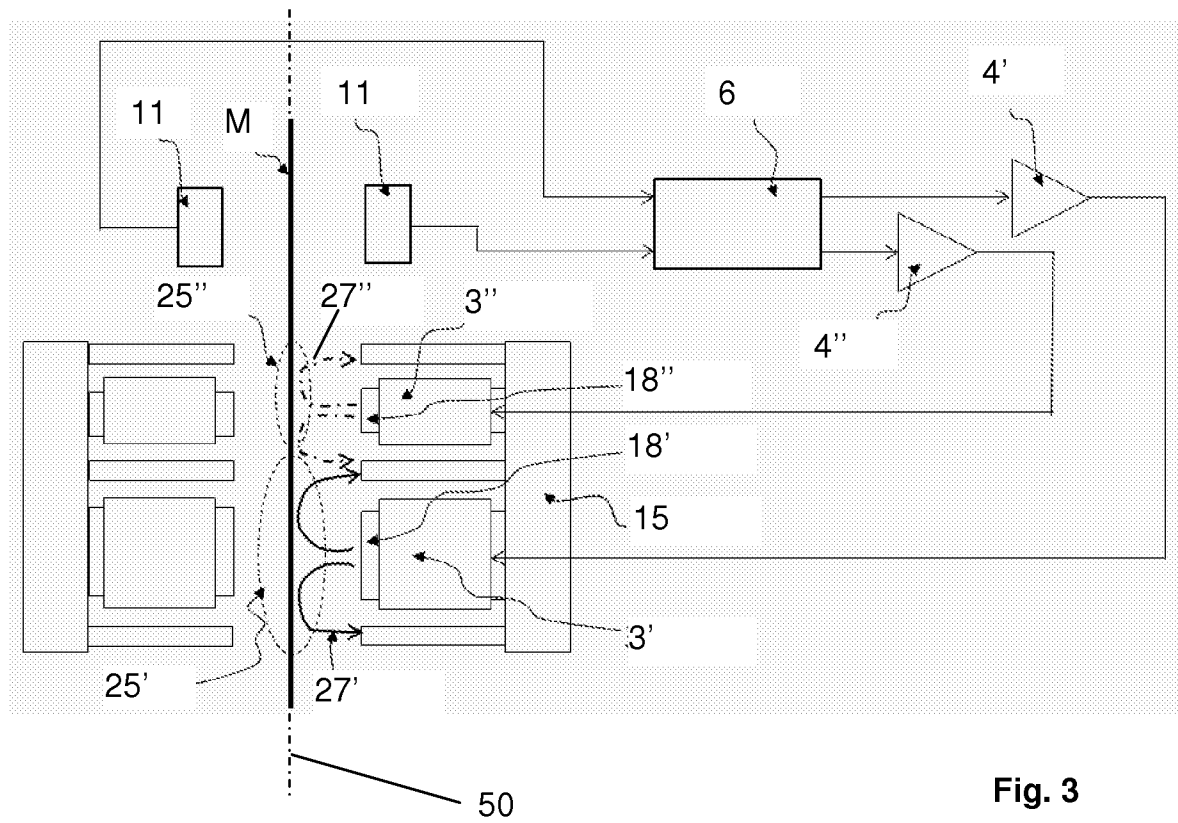


Fig. 3

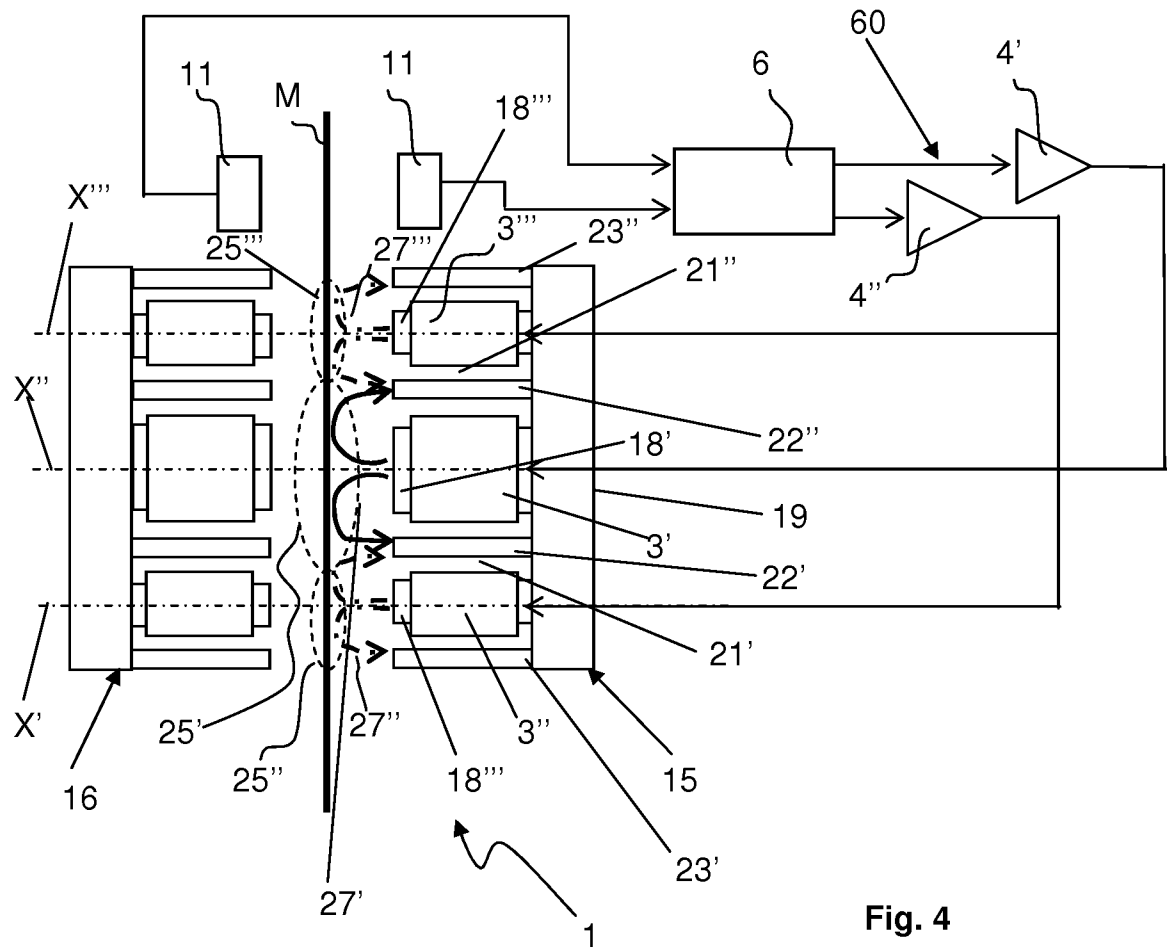
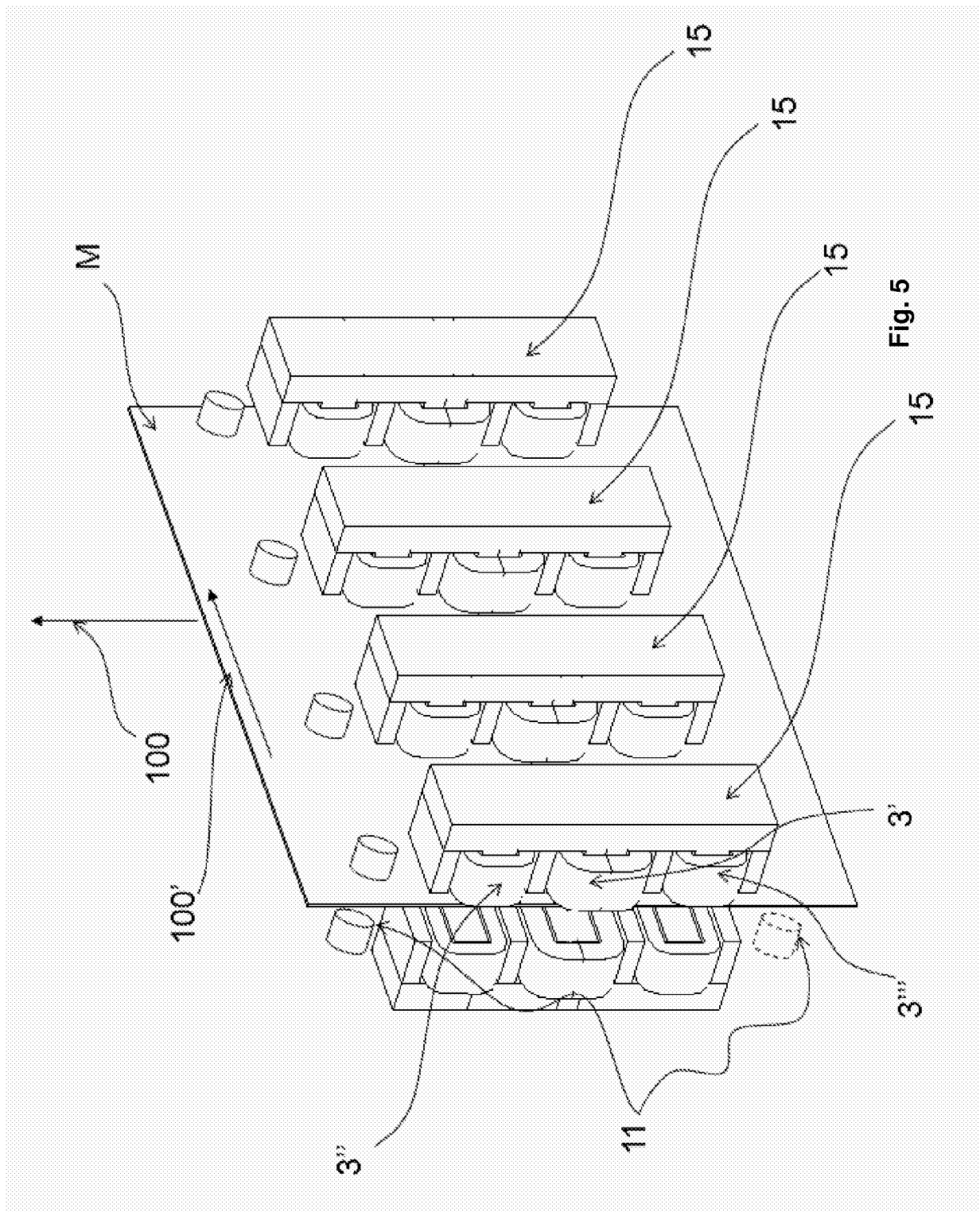


Fig. 4



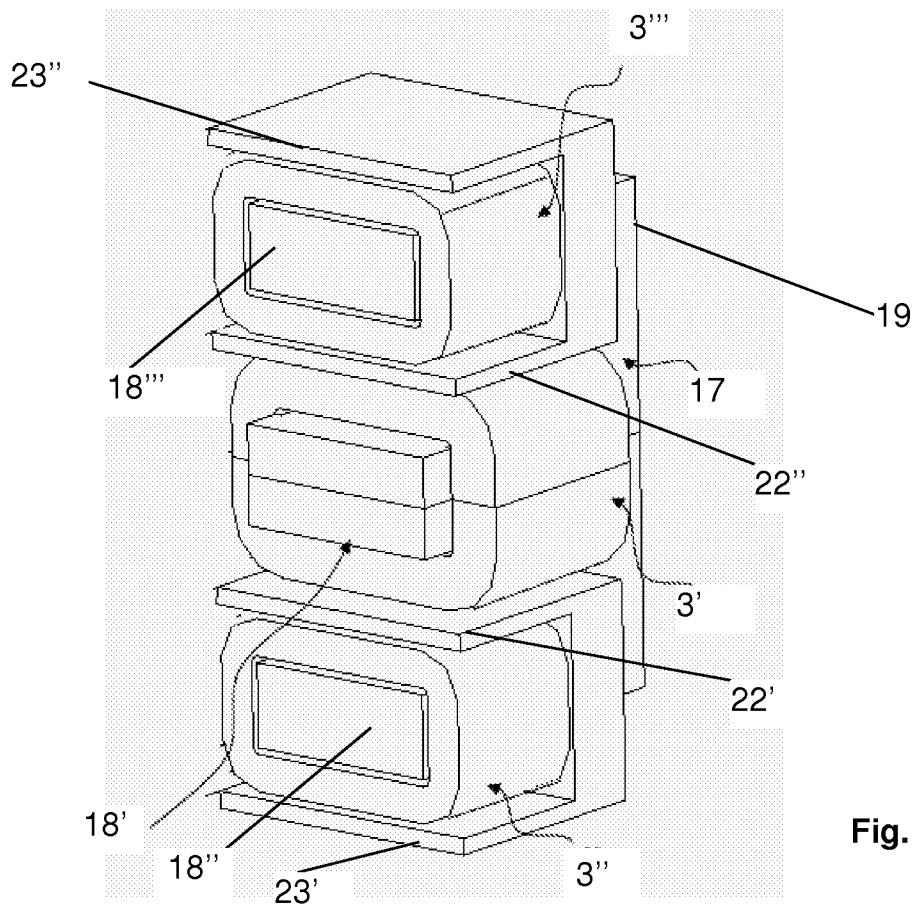


Fig. 6

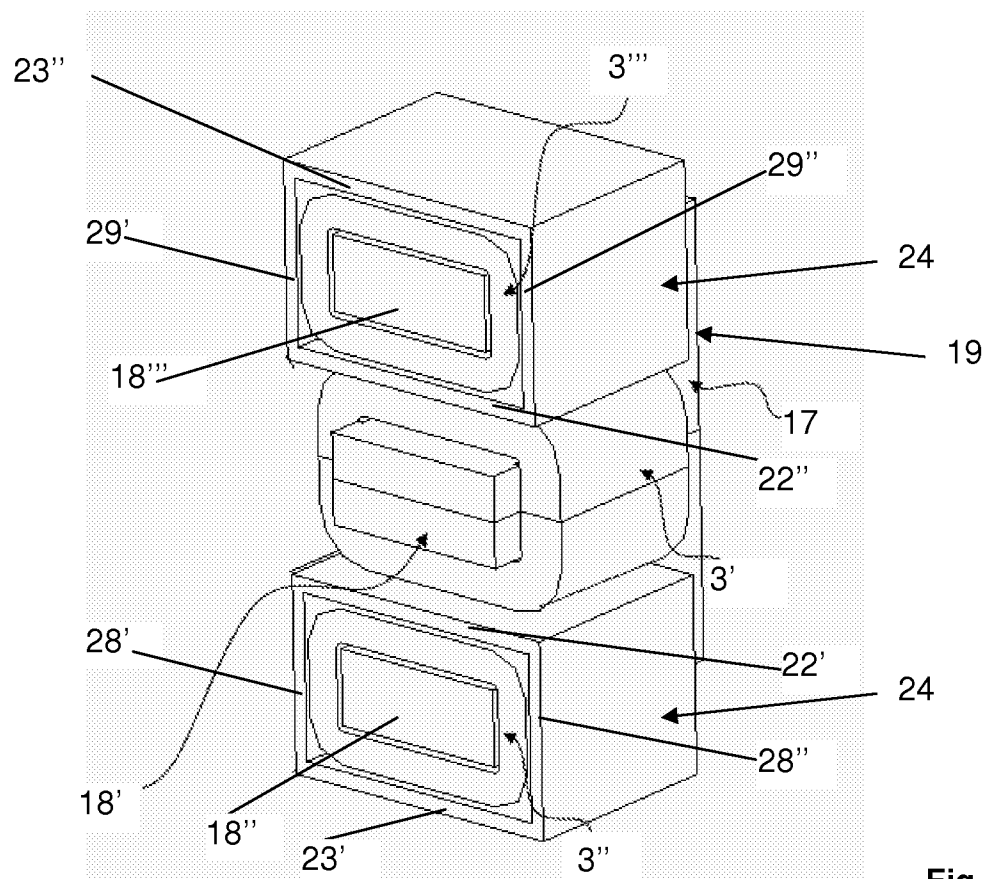


Fig. 7

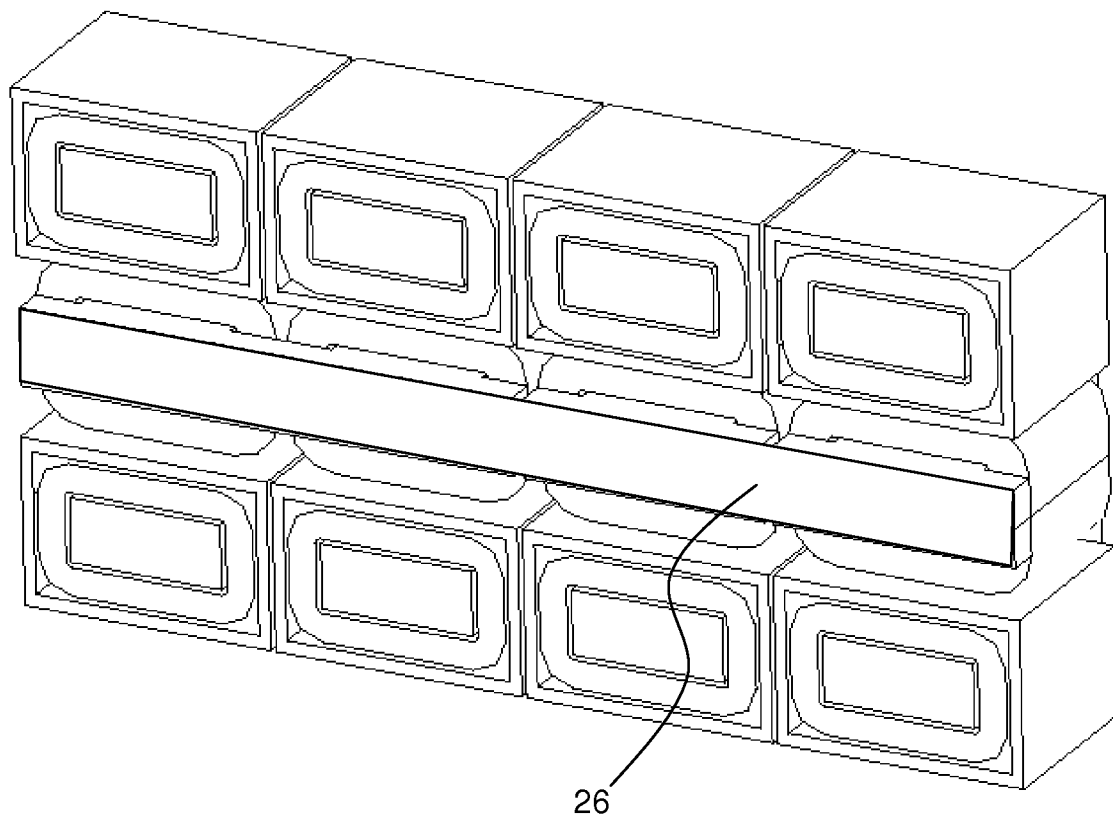


Fig. 8