

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901828316A1

Publication Date

20111012

Applicant

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

Title

DISPOSITIVO DI VENTILAZIONE E DI SCAMBIO DI CALORE PER
SCAMBIARE ARIA INTERNA DI UN EDIFICIO/STANZA CON ARIA ESTERNA
DELL'ATMOSFERA.

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"DISPOSITIVO DI VENTILAZIONE E DI SCAMBIO DI CALORE PER SCAMBIARE ARIA INTERNA DI UN EDIFICIO/STANZA CON ARIA ESTERNA DELL'ATMOSFERA"

di UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

di nazionalità italiana

con sede: VIA VERDI, 8

TORINO (TO)

Inventori: BECHIS Stefano, CIGNETTI Alessandro

La presente invenzione è relativa a un dispositivo di ventilazione e di scambio di calore per scambiare aria interna di un edificio/stanza con aria esterna dell'atmosfera, ad esempio per un impiego o nell'edilizia residenziale o per edifici per l'allevamento del bestiame.

Nella stagione fredda un ambiente chiuso presenta aria interna che deve essere ricambiata in funzione della cubatura dell'ambiente e della densità di persone o animali che vi stazionano.

Una soluzione è quella di mettere direttamente in comunicazione l'ambiente chiuso con l'atmosfera per far entrare aria esterna e uscire aria interna. Tuttavia, l'ambiente chiuso viene riscaldato tramite opportuni impianti e il costo di riscaldamento dell'aria esterna è

elevato. Inoltre, l'aria che viene inviata verso l'atmosfera è calda e tale energia termica viene così sprecata.

Lo scopo della presente invenzione è di realizzare un dispositivo di ventilazione e scambio di calore per scambiare aria interna e aria esterna e allo stesso tempo ridurre i costi di gestione dell'impianto di riscaldamento.

Lo scopo della presente invenzione viene raggiunto tramite un dispositivo di ventilazione e scambio di calore secondo la rivendicazione 1.

Per una migliore comprensione della presente invenzione viene ora descritta una forma di realizzazione preferita, a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati in cui:

- la figura 1a è una vista in pianta di un ventilatore secondo la presente invenzione;

- la figura 1b è una vista laterale della figura 1;

- la figura 1c è una vista in pianta del ventilatore di figura 1 con parti asportate per chiarezza,

- la figura 1d è una sezione di figura 1c secondo la linea d-d;

- la figura 2a, 2b sono rispettive viste di percorsi fluidici nel ventilatore di figura 1;

- la figura 3 è uno schema del flusso in controcorrente del ventilatore di figura 1;

In figura 1 è rappresentato schematicamente un ventilatore 1 secondo la presente invenzione. Il ventilatore 1 comprende una pluralità di piastre 2, separate fra loro da rispettivi spessori 3, una porzione di estremità 4 in uso disposta all'esterno del fabbricato, cioè a temperatura bassa, e una porzione di estremità 5 in uso disposta all'interno del fabbricato, cioè a temperatura alta.

In particolare, gli spessori 3 sono configurati per definire i percorsi fluidici dei flussi di aria che attraversano in scambio termico il ventilatore 1. Un percorso per raffreddare l'aria interna è definito da una porta d'ingresso 6 definita in corrispondenza della porzione di estremità 5, una porta di uscita 7 definita in corrispondenza della porzione di estremità 4 ed è illustrato in figura 2a. Analogamente (figura 2b), un percorso per riscaldare l'aria esterna è definito da una porta d'ingresso 8 definita in corrispondenza della porzione di estremità 4 e una porta di uscita 9 definita in corrispondenza della porzione di estremità 5. Secondo una forma di realizzazione preferita della presente invenzione, la porzione di estremità 4 presenta una testa 10 chiusa e trasversale rispetto alla direzione del flusso dell'aria, e le aperture di ingresso 8 sono contrapposte alle aperture di uscita 7 rispetto alla testa 10. Analogamente, la

porzione di estremità 5 presenta una testa 11 trasversale rispetto alla direzione del flusso dell'aria, e le aperture di ingresso 6 sono contrapposte alle aperture di uscita 9 rispetto alla testa 11. Le aperture di ingresso 6, 8 sono contrapposte alle rispettive aperture di uscita 7, 9 in modo da separare il più possibile l'aria in ingresso da quella in uscita ed evitare ricircoli di aria, cioè che aria esausta uscita dalla porzione 4 sia captata dalla porta d'ingresso 8.

Ciascun percorso è inoltre delimitato lateralmente dagli spessori 3 che svolgono pertanto sia la funzione di separare le piastre 2 in direzione perpendicolare alle piastre stesse, che di contenere il flusso di aria.

Inoltre, i percorsi sono sovrapposti in modo alternato così da creare uno scambio di flusso in controcorrente come illustrato in figura 3.

Allo scopo di aumentare l'efficienza di scambio termico, le piastre 2 sono composte da elementi radianti a segmento 2' di materiale metallico collegati fra loro in direzione trasversale rispetto alla direzione del flusso dell'aria tramite un materiale termicamente isolante, ad esempio del nastro adesivo. In questo modo, ciascun elemento radiante definisce una temperatura differente dagli elementi radianti adiacenti. In particolare, secondo una rilevazione sperimentale, è stato misurato che

un'efficienza elevata viene raggiunta per differenze di temperatura media fra tutti gli elementi radianti 2' adiacenti inferiori a 4°C, preferibilmente di circa 2°C.

Inoltre, la distanza fra ciascuna piastra 2 in direzione perpendicolare alle piastre stesse e la distanza fra gli spessori 3 paralleli alla direzione del flusso, tenendo presente la portata dei ventilatori, è tale da definire un flusso d'aria turbolento.

In aggiunta, tramite una campagna sperimentale, è stato definito che il numero di elementi radianti 2' che massimizzi il rendimento dello scambio termico in controcorrente del ventilatore 1 segue la semplice formula:

$$\text{numero elementi} = (\text{temperatura interna di progetto} - \text{temperatura esterna di progetto}) / 2$$

Ad esempio, la temperatura esterna di progetto è quella media della stagione invernale della zona in cui l'edificio in cui è montato il ventilatore 1 e quella interna è di 20°C.

Per semplificare il controllo della movimentazione dell'aria, il ventilatore 1 comprende un primo e un secondo convettore 12 e 13 montati o sulla porzione di estremità 4 o sulla porzione di estremità 5. In questo modo, la densità dell'aria è sostanzialmente la stessa (la differenza di

temperatura è inferiore a 5°C) e le portate anche. Segue inoltre che un convettore sia configurato per spingere il flusso d'aria all'interno del rispettivo percorso e l'altro convettore sia configurato per aspirare un flusso d'aria fuori dal rispettivo percorso. Nel caso illustrato, il convettore 12 spinge aria all'interno del percorso di raffreddamento e il convettore 13 aspira aria dal percorso di riscaldamento.

Una campagna sperimentale ha permesso di ottenere i seguenti risultati con misure di temperature eseguite fra le 6.50 e le 7.10 ogni 5 minuti:

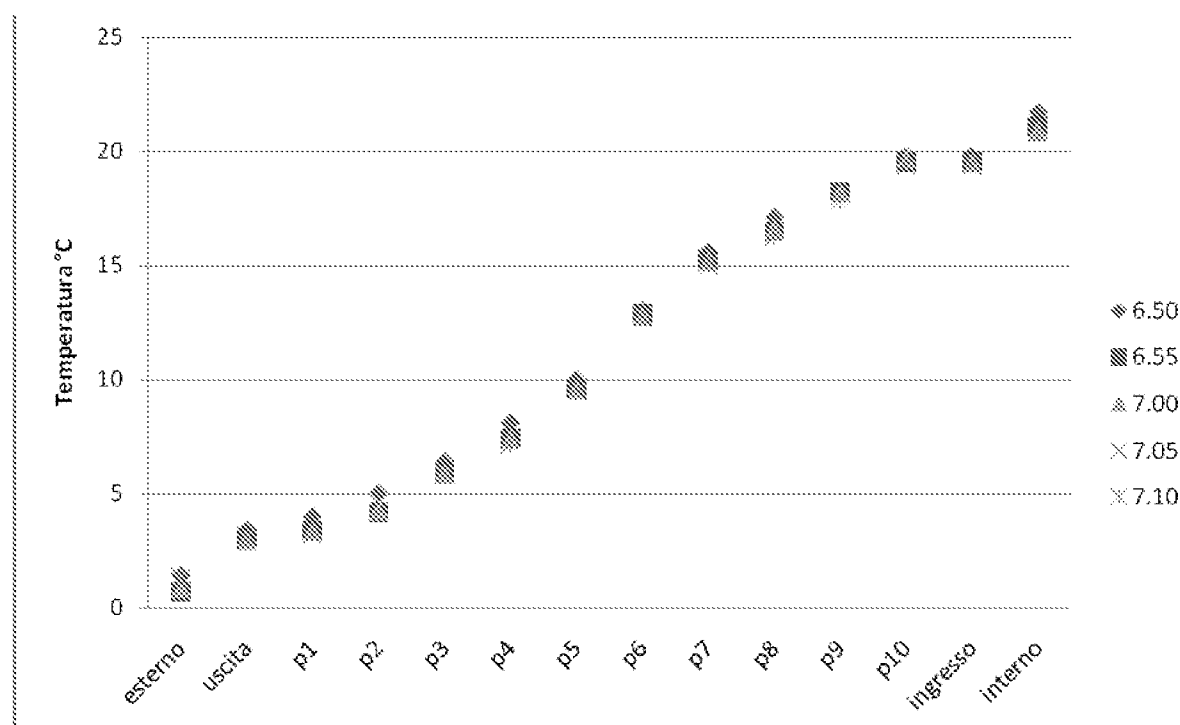


Grafico 1

Legenda:

esterno = temperatura dell'aria esterna all'ingresso
nello scambiatore;

uscita = temperatura dell'aria all'uscita dello
scambiatore verso l'esterno;

p1 - p10 = temperatura delle piastre dalla 1 (più
esterna) alla 10 (più interna);

ingresso = temperatura dell'aria all'uscita dello
scambiatore verso l'interno;

interno = temperatura del locale riscaldato;

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORE
Consumo orario per ventilazione	Wh	7,7
Temperatura interna	gradi °C	21,1
Temperatura esterna	gradi °C	1,1
Differenza tra temperatura interna ed esterna	gradi °C	20,0
T aria all'ingresso all'interno	gradi °C	19,5
T aria all'uscita all'esterno	gradi °C	3,1
Discesa temperatura aria in uscita	gradi °C	18,0
Aumento temperatura aria in entrata	gradi °C	18,5
Portata aria	l/s	2,8
Portata aria	Kg/h	11,8
Scambio termico	Kcal-ora	52,8
Scambio termico	Wh	613,4
Rapporto scambio termico / consumo dei ventilatori	Wh / Wh	79,2
Calore recuperato	%	92,3

Tabella 1

intervallo	P2-P1	P3-p2	P4-P3	P5-P4	P6-P5	P7-P6	P8-P7	P9-P8	P10-P9
Delta T (°C)	0,9	1,6	1,5	2,2	3,2	2,4	1,3	1,5	1,5

Tabella 2

La tensione di alimentazione dei due ventilatori è stata portata a 9,00 V, ed è stata misurata la corrente assorbita, e quindi la potenza. E' stata misurata la velocità dell'aria all'uscita dell'apparecchio e da qui con confronto con la sezione di flusso è stata calcolata la portata volumetrica. Moltiplicando per la densità dell'aria alla temperatura media del test si è ottenuta la portata massica, sostanzialmente secondo la formula seguente:

$$\text{Scambio termico} = V \cdot S \cdot C_p \cdot \rho \cdot \Delta T_{\text{medio}}$$

dove

V = velocità dell'aria all'uscita dallo scambiatore;

S = sezione dello scambiatore in m²;

C_p = calore specifico dell'aria;

ρ = densità dell'aria in kg m⁻³;

ΔT_{medio} = media tra il guadagno di temperatura dell'aria entrante e la perdita di quella uscente

Dal grafico 1 si vede come le temperature delle piastre dall'esterno all'interno salgono secondo

una linea leggermente sinusoidale con massime differenze di temperatura nelle piastre centrali. La differenza tra P10 e P1 è mediamente attorno ai 16,1 gradi, come si può vedere anche dai dati della tabella 2, mentre

il gradiente medio (media dei gradienti discreti, cioè delle differenze di temperatura) tra una piastra e la successiva è 1,79 gradi, ma con sensibili variazioni tra la zona centrale dell'apparecchio e le due zone esterne.

Il ventilatore 1 è stato acceso per mezz'ora prima di effettuare i primi rilevamenti. Questo per permettere all'attrezzatura di trovare un equilibrio, dal momento che all'inizio delle operazioni era ad una temperatura di 20 °C. I primi dati rilevati hanno ancora risentito della temperatura propria del ventilatore 1, con una prevalenza nell'aumento di temperatura dell'aria entrante, rispetto a quella uscente, proprio perché l'aria si scaldava in parte con il calore residuo dell'apparecchio stesso. Ma dopo i primi 5 rilevamenti la situazione si è stabilizzata, segno che si era esaurita l'inerzia termica del ventilatore.

Dopo aver rilevato i dati per un'ora si è provveduto a modificare le condizioni di contorno, investendo la porzione di estremità 5 con un getto di aria proveniente da una stufetta. Questa prova è stata fatta con la consapevolezza che si sarebbero potute ottenere solo indicazioni generiche, in quanto il ventilatore 1 sarebbe andato incontro a una modifica delle temperature interne, a uno squilibrio delle velocità dell'aria dato il flusso della stufetta, in direzione concorde con l'azione del ventilatore, quindi un incremento del flusso in uscita

rispetto a quello in entrata, di un quantitativo che non è stato misurato. Da ultimo, il rilievo è stato eseguito intorno alle 8.00 e la temperatura esterna si stava rapidamente alzando, quindi anche il corrispondente parametro non era in una situazione stabile.

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORE
Consumo orario per ventilazione	Wh	7,7
Temperatura interna	gradi °C	36,9
Temperatura esterna	gradi °C	3,4
Differenza tra temperatura interna ed esterna	gradi °C	33,5
T aria all'ingresso all'interno	gradi °C	28,7
T aria all'uscita all'esterno	gradi °C	5,6
Discesa temperatura aria in uscita	gradi °C	31,3
Aumento temperatura aria in entrata	gradi °C	25,3
Portata aria	l/s	2,8
Portata aria	Kg/h	11,8
Scambio termico	Kcal-ora	81,9
Scambio termico	Wh	952,2
Rapporto scambio termico / consumo dei ventilatori	Wh / Wh	123,0
Calore recuperato	%	75,5

Tabella 3

intervallo	P2-P1	P3-p2	P4-P3	P5-P4	P6-P5	P7-P6	P8-P7	P9-P8	P10-P9
Delta T (°C)	1,2	2,6	1,9	3,1	4,5	3,1	2,6	2,6	4,2

Tabella 4

Come si può facilmente leggere dai risultati lo scambiatore non riesce a innalzare la temperatura dell'aria entrante con la stessa efficacia della prova precedente. Pur innalzando di più la temperatura, di 25,3 gradi °C contro i 19,0 della prova precedente, dal momento che la temperatura dell'aria in ingresso è di 36,9 gradi il delta ancora da colmare resta di 9,2 gradi, fatto che fa scende

il calore recuperato al 75,5% (dato peraltro assolutamente non disprezzabile). Questo secondo test, pur con i limiti sopra ricordati, indica abbastanza chiaramente che per delta termici da scambiare superiori ai 20 gradi andrebbe aumentato il numero delle piastre in sequenza in ragione di una piastra ogni 2 gradi in più.

Preferibilmente ma non esclusivamente, il ventilatore 1 può essere impiegato all'interno di allevamenti zootecnici chiusi (stalle, porcilaie, ecc.) dove l'aria può essere viziata dalla presenza di gas nocivi (anidride carbonica, metano, anidride solforosa, ecc.). In generale detti gas nocivi sono prodotti dalla respirazione degli animali e/o dalle esalazione delle deiezioni prodotte dagli animali e/o dai gas di scarico delle macchine utilizzate negli allevamenti.

RIVENDICAZIONI

1. Ventilatore (1) comprendente una pluralità di piastre (2) di materiale metallico impilate e distanziate per definire percorsi di scambio termico controcorrente per flussi di aria, caratterizzato dal fatto che le dette piastre (2) comprendono una pluralità di segmenti (2') uniti fra loro tramite un materiale termicamente isolante per definire un gradiente termico discreto rispettivo a ciascun segmento (2') lungo i detti percorsi.

2. Ventilatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i detti segmenti (2') sono configurati per mantenere una differenza media di temperatura fra un segmento e quello successivo inferiore a 3 gradi.

3. Ventilatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che il numero dei detti segmenti dipende dalla differenza di temperatura di ingresso rispettivamente di un flusso di aria da riscaldare e da raffreddare.

4. Ventilatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che i detti percorsi comprendono un percorso di riscaldamento e un percorso di raffreddamento e dal fatto di comprendere un primo e un secondo convettore (12, 13) rispettivamente collegati o all'ingresso del percorso di raffreddamento e

all'uscita del percorso di riscaldamento o all'uscita del percorso di raffreddamento e all'ingresso del percorso di riscaldamento in modo che i detti convettori processino masse d'aria aventi una densità sostanzialmente uguale.

5. Ventilatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che le dette piastre (2) sono distanziate da distanziali (3) realizzati di legno e delimitanti lateralmente i detti percorsi.

6. Ventilatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il flusso di aria lungo i detti percorsi è sostanzialmente laminare.

7. Ventilatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere una prima e una seconda porzione di testa (10, 11), ciascuna delle quali definisce una porta d'ingresso (8, 6) e una di uscita (7, 9), le dette porte d'ingresso e uscita essendo contrapposte rispetto alla rispettiva porzione di testa.

p.i.: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

Edoardo MOLA

CLAIMS

1. A ventilator (1) comprising a plurality of metal plates (2) stacked and spaced to define counterflow heat exchange paths for air flows, characterised in that said plates (2) comprise a plurality of segments (2') joined to one another by means of a thermically insulating material to define a discrete thermal gradient corresponding to each segment (2') along said paths.

2. The ventilator according to claim 1, characterised in that said segments (2') are configured to maintain an average temperature difference between a segment and the following lower than 3 degrees.

3. The ventilator according to claim 2, characterised in that the number of said segments depends on the inlet temperature difference respectively of an air flow to be heated and to be cooled.

4. The ventilator according to any of the preceding claims, characterised in that said paths comprise a heating path and a cooling path and by comprising a first and a second convector (12, 13) respectively connected either to the inlet of the cooling path and to the outlet of the heating path or to the outlet of the cooling path and to the inlet of the heating path so that said convectors process air masses having a substantially equivalent density

5. The ventilator according to any of the preceding claims, characterised in that said plates (2) are spaced by spacers (3) made of wood and laterally defining said paths.

6. The ventilator according to any of the preceding claims, characterised in that the air flow along said paths is substantially laminar.

7. The ventilator according to any of the preceding claims, characterised by comprising a first and a second head portion (10, 11), each of which defines an inlet port (8, 6) and an outlet port (7, 9), said inlet and outlet ports being opposite with respect to the respective head portion.

FIG. 1

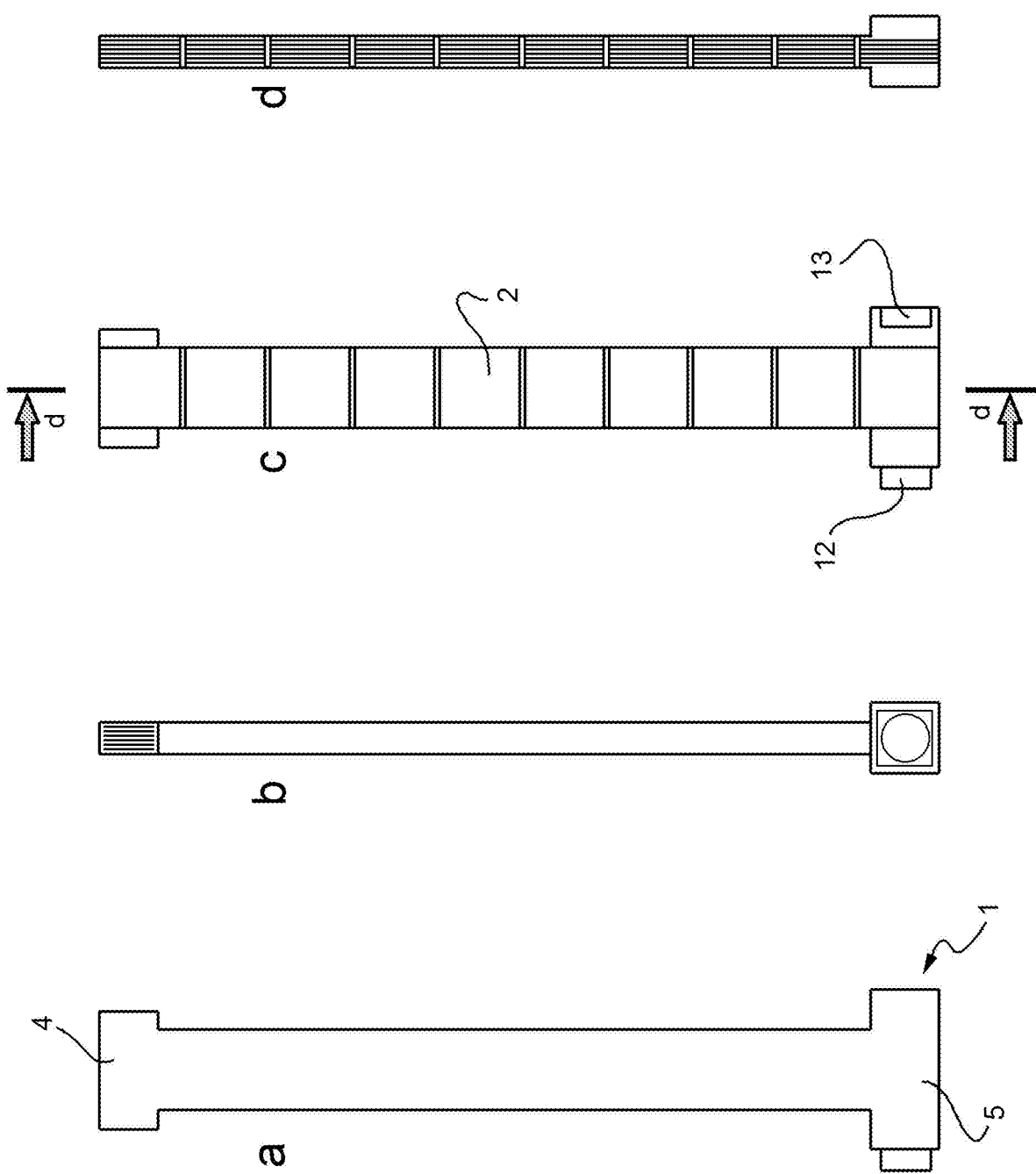


FIG. 2

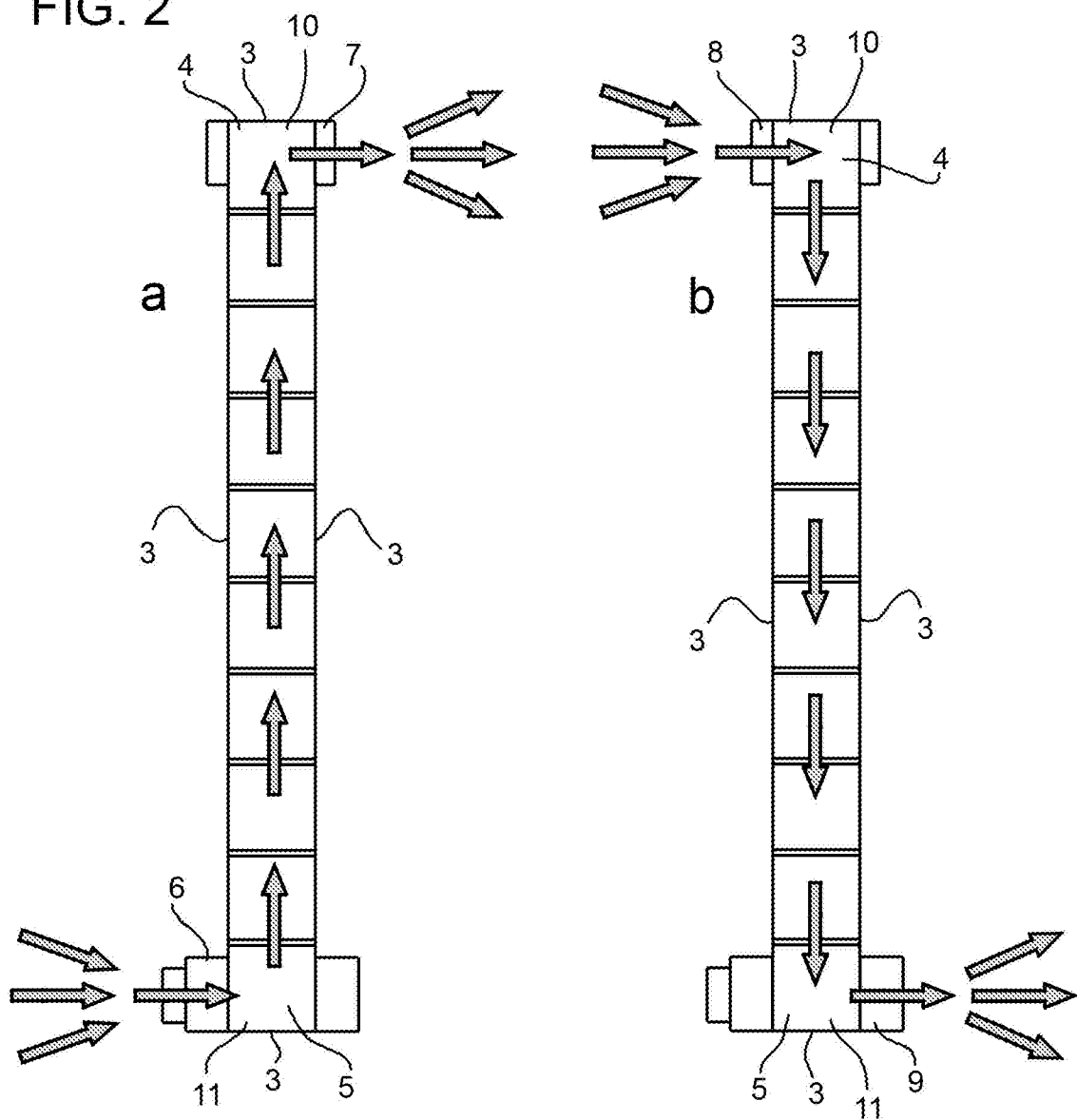


FIG. 3

