



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102011901941284
Data Deposito	03/05/2011
Data Pubblicazione	03/11/2012

Classifiche IPC

Titolo

DISPOSITIVO MICROFLUIDICO GENERATORE DI GRADIENTE DI CONCENTRAZIONE
--

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un dispositivo microfluidico generatore di gradiente di concentrazione e relativo sistema microfluidico generatore di gradiente di concentrazione. In altre parole, il dispositivo e il sistema oggetto dell'invenzione può essere assimilato ad un microreattore chimico, ossia un reattore chimico caratterizzato da un andamento dei flussi interni di tipo microfluidico, dove almeno una coppia di fluidi tra loro fisicamente compatibili, entrano reciprocamente in contatto attraverso diversi mezzi e modalità per cui modificano la loro concentrazione relativa di sostanze a causa di fenomeni fisici di diffusione e/o convezione. Questi fluidi sono tipicamente soluzioni con una certa concentrazione di sostanze di natura organica e/o inorganica, ovvero miscele di sostanze con diversi rapporti stechiometrici molari. L'interscambio genera fluidi a diverse e molteplici concentrazioni di soluzioni, che vengono tipicamente canalizzate e indirizzate verso una pluralità di uscite generando così un gradiente di concentrazione delle stesse soluzioni.

Il campo di appartenenza dell'invenzione concerne tutti quei campi della fisica e della chimica dove si voglia ottenere un gradiente di concentrazione di sostanze disciolte in fluidi. Più in particolare, l'invenzione è particolarmente adatta in ambito analitico per eseguire una serie di diluizioni di una determinata sostanza chimica disciolta in un solvente acquoso o organico, in ambito chimico per effettuare reazioni chimiche con diverse concentrazioni o con diversi rapporti stechiometrici delle sostanze disciolte nelle rispettive soluzioni di fluidi in ingresso, tipicamente due; in ambito biologico, per la separazione di eventuali diverse tipologie di cellule presenti in fluidi biologici, ad esempio per la separazione di globuli rossi, globuli bianchi e piastrine nel sangue.

Allo stato dell'arte esistono dispositivi microfluidici generatori di gradiente di concentrazione comprendenti almeno un primo ingresso per un primo fluido e un secondo ingresso per un secondo fluido, una griglia di condotti microfluidici per la canalizzazione dei fluidi collegante detti ingressi con una pluralità di uscite, dove la griglia di condotti a sua volta comprende stazioni di diramazione del flusso dei fluidi ed almeno una prima stazione di confluenza di detti primo e secondo fluido per il relativo interscambio. Inoltre, la prima stazione di confluenza viene tipicamente collocata in prossimità di detti primo e secondo ingresso a monte delle altre stazioni.

Un esempio è illustrato nell'articolo J. Micromech. Microeng. 16 (2006) 2128–2137 DOI:10.1088/0960-1317/16/10/029, dove la griglia di condotti microfluidici è costituita ad albero a partire dai due ingressi per i due fluidi da miscelare, in una struttura sostanzialmente simmetrica che si allarga progressivamente per il moltiplicarsi di stazioni di diramazione posizionate ad uguale distanza. Tale griglia genera un dispositivo microfluidico che risulta lungo e sostanzialmente ingombrante quando si vogliano ottenere un gran numero di diverse concentrazioni in uscita, ossia quando è dotato di un numero consistente di uscite. La velocità di deflusso dei fluidi verso le uscite risulta poi sostanzialmente lenta e la tal cosa rende non ottimali l'efficienza e la fruibilità del dispositivo.

Un altro esempio è illustrato nell'articolo DOI:10.1039/b813582g del 21 novembre 2008, in cui viene illustrato un dispositivo dove i condotti microfluidici sono allestiti a cascata a partire da una pluralità di ingressi per un primo ed un secondo fluido e le uscite sono direttamente connesse agli ingressi. Il gradiente di concentrazione viene realizzato giocando sulle lunghezze dei condotti microfluidici e sul posizionamento e la conformazione di condotti di spillamento tra condotti contigui, che realizzano stazioni di confluenza tra i fluidi da miscelare. Anche questa soluzione

risulta sufficientemente ingombrante, nonché di complessa progettazione e realizzazione pratica.

In sintesi, l'arte nota insegna a costruire dispositivi microfluidici generatori di gradiente di concentrazione non molto efficienti, che risultano sostanzialmente ingombranti e di complessa progettazione e realizzazione.

La presente invenzione si propone di risolvere gli inconvenienti dell'arte nota sopra menzionati e di indicare un dispositivo e un sistema microfluidico generatore di gradiente di concentrazione che risulti efficiente e di semplice realizzazione.

Uno scopo della presente invenzione è quello di realizzare un dispositivo e relativo sistema microfluidico che risulti poco ingombrante e flessibile, che si possa semplicemente conformare ed adattare alla esigenza di realizzare una molteplicità di concentrazioni in uscita.

Per raggiungere tali scopi, forma oggetto della presente invenzione un dispositivo e un sistema microfluidico generatore di gradiente di concentrazione secondo le caratteristiche delle allegate rivendicazioni.

La presente invenzione concerne un dispositivo e un sistema microfluidico generatore di gradiente di concentrazione del tipo comprendente almeno un primo e un secondo ingresso per un primo ed un secondo fluido e relativi canali di ingresso, una griglia di condotti microfluidici per la canalizzazione dei fluidi collegante detti canali di ingresso con una pluralità di canali di uscita, dove la griglia di condotti a sua volta comprende stazioni di diramazione del flusso dei fluidi ed almeno una prima stazione di confluenza di detti primo e secondo fluido per il relativo interscambio. La prima stazione di confluenza viene collocata in prossimità di detti primo e secondo canale di ingresso sostanzialmente a monte delle altre stazioni.

Peculiarità dell'invenzione è che la griglia comprende mezzi di canalizzazione dei

fluidi ad andamento regolare e continuo, che in una sua rappresentazione risulta essere sostanzialmente rettilineo, in connessione di fluido con la prima stazione di confluenza, a valle della stessa, e dai cui mezzi di canalizzazione si diramano condotti microfluidici della griglia in connessione di fluido con i molteplici canali di uscita. Altra peculiarità è che i mezzi di canalizzazione sono sostanzialmente centrali nella griglia e la griglia presenta una struttura sostanzialmente simmetrica rispetto agli stessi mezzi.

Vantaggiosamente, tali caratteristiche tecniche realizzano un interscambio particolarmente intenso ed efficiente tra i fluidi in ingresso, ossia una loro ottimale miscelazione al fine di generare una molteplicità di possibili concentrazioni di soluzioni contenenti sostanze di natura organica e/o inorganica, ovvero miscele di sostanze con diversi rapporti stechiometrici molari in uscita del dispositivo.

Fisicamente, l'andamento regolare e continuo dei mezzi di canalizzazione, in particolare quando siano in posizione centrale in una struttura di griglia simmetrica, configura un'area di confluenza e smistamento dei flussi (un "hub") verso le uscite che permette un interscambio continuo tra i due fluidi da miscelare, che riescono così a diffondere e miscelarsi reciprocamente in modo effettivo, armonico e dinamico. La presenza di tale area garantisce, supportata da un calcolo delle lunghezze dei condotti microfluidici afferenti alle uscite a partire dalla stessa area, un'omogenea ed ottima velocità di deflusso dei fluidi alle varie concentrazioni volute e quindi un'alta efficienza operativa del dispositivo microfluidico nel suo complesso, efficienza vantaggiosamente raggiunta mediante un dispositivo che risulta compatto e di fattura economica.

Ulteriori scopi, caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione particolareggiata che segue di alcuni esempi preferiti di applicazione della presente invenzione, forniti a puro titolo esplicativo e non limitativo con l'aiuto delle allegate figure, in cui:

- la figura 1 illustra una vista prospettica dall'alto in trasparenza di una prima rappresentazione di un dispositivo microfluidico generatore di gradiente di concentrazione secondo la presente invenzione;
- la figura 2 rappresenta una vista dall'alto di un particolare del dispositivo di figura 1, nello specifico di un semiguscio inferiore dello stesso;
- la figura 3 illustra una rappresentazione schematica bidimensionale del dispositivo di figura 1;
- la figura 4 illustra una rappresentazione schematica bidimensionale di una variante del dispositivo di figura 1;
- le figure 5 e 6 illustrano rappresentazioni schematiche di due varianti di dispositivi microfluidici simili all'invenzione, ma che raggiungono una scarsa efficienza;
- le figure 7 e 8 rappresentano rispettivamente una seconda rappresentazione del dispositivo microfluidico secondo l'invenzione e relativa variante.

Un dispositivo microfluidico generatore di gradiente di concentrazione è indicato nelle figure allegate complessivamente con 10, dove le figure 3-8 ne illustrano schematicamente la sola conformazione dei canali microfluidici che lo caratterizzano primariamente, per semplicità di rappresentazione e descrizione. Questo poiché, nella sua conformazione complessiva, il dispositivo 10 e i suoi relativi accessori vengono conformati, allestiti e realizzati in modo noto attraverso lavorazioni note di superfici polimeriche (ad es. PDMS polidimetilsilossano), vetrose o plastiche (ad es. PMMA polimetilmetacrilato) intagliate e accoppiate fra loro, tipicamente secondo una tecnica al plasma o termico (bouding), a formare gli stessi canali. Più in dettaglio e con riferimento alle figure 1 e 2, il dispositivo 10 è costituito da un primo semi-guscio S1 superiore e da un secondo semi-guscio S2 inferiore sulla cui superficie interna sono

ricavate, secondo lavorazioni note, scanalature C che vanno a formare le canalizzazioni del dispositivo 10 secondo i particolari schematici illustrati, nei dettagli sostanziali, principalmente nelle figure 3-8.

Il dispositivo 10 si compone di un primo ingresso e relativo primo canale di ingresso 11 per un primo fluido (di colore blu nelle figure 3-8) e di un secondo ingresso e relativo secondo canale di ingresso 12 per un secondo fluido (di colore rosso nelle figure 3-8), di una griglia di condotti microfluidici per la canalizzazione dei fluidi, indicata nel suo complesso con 20, la quale collega in continuità di fluido gli ingressi e i relativi canali di ingresso 11, 12 con una pluralità di uscite e relativi condotti di uscita 30. I canali di ingresso 11, 12 e di uscita 30 sono ricavati all'interno del primo semiguscio S1 per consentire il passaggio dei fluidi verso l'esterno del dispositivo 10 e quindi verso le rispettive uscite 11, 12 e 30. Attraverso tali uscite 30 fuoriescono fluidi a diversi gradi di concentrazione di sostanze presenti nei fluidi in ingresso, nelle figure 3-8 illustrati da un'ampia sfumatura di gradazioni di colore (che vanno dal rosso al blu) dei condotti di uscita 30.

La griglia 20 di condotti microfluidici è conformata secondo una pluralità di stazioni di diramazione del flusso dei fluidi 25 (nelle figure 3-8 ne sono indicate solo alcune per semplicità) e presenta una prima stazione di confluenza 21 tra il primo e secondo fluido per il relativo interscambio. La prima stazione di confluenza 21 è collocata in prossimità di detti primo 11 e secondo canale di ingresso 12, sostanzialmente a monte delle altre stazioni.

In dettaglio, nella rappresentazione del dispositivo microfluidico 10 secondo l'invenzione di figura 3, la stazione di confluenza 21 è a monte di ogni altra stazione della griglia, immediatamente dopo i canali di ingresso 11 e 12, mentre sia nella sua variante di figura 4 che nelle ulteriori rappresentazioni dell'invenzione di figure 7 e 8 vi

è solo un'unica stazione di diramazione 25 precedente la prima stazione 21.

In riferimento a tali stazioni 21, 25 è interessante notare la loro collocazione nelle rappresentazioni dei dispositivi microfluidici di figure 5 e 6, le quali sono state inserite nella presente descrizione come “disclaimer” per l'invenzione in oggetto, ossia sono varianti di dispositivi simili all'invenzione che hanno scarsa resa ed efficienza e non raggiungono gli scopi e i vantaggi dell'invenzione in oggetto. In esse si può notare come la prima stazione di confluenza 21 non risulta essere sostanzialmente a monte delle stazioni in quanto preceduta da una molteplicità di stazioni di diramazioni 25, in particolare in numero di sei e tre rispettivamente nelle figure 5 e 6, né risulta essere spazialmente in prossimità dei canali di ingresso 11 e 12. Si nota anche graficamente come questi dispositivi illustrati realizzano un gradiente di concentrazione scarsamente efficace in quanto non si generano variegata sfumature di colore come negli esempi illustranti l'invenzione.

La griglia 20 presenta mezzi di canalizzazione dei fluidi 40 ad andamento regolare e continuo in connessione di fluido con la prima stazione di confluenza 21, a valle della stessa e da cui si diramano condotti microfluidici in connessione di fluido con la pluralità di canali di uscita 30. Nell'esempio di configurazione del dispositivo microfluidico 10 secondo l'invenzione di figure 3 e 4, la griglia di condotti microfluidici 20 ha maglia quadrata e pianta sostanzialmente quadrata, dove i quadrati costituenti le singole maglie sono disposti con i lati paralleli alle diagonali della pianta quadrata ed i canali di uscita 30 partono dai lati del quadrato, in corrispondenza degli spigoli dei quadrati esterni. I mezzi di canalizzazione 40 sono costituiti dai lati allineati di una serie di quadrati formante la diagonale principale del rombo: hanno quindi andamento rettilineo, definiscono una simmetria lineare della griglia 20 e presentano la particolarità di iniziare in coincidenza della prima stazione di confluenza 21 e terminare

con uno dei canali di uscita 30. Pertanto, i mezzi di canalizzazione 40 sono centrali nella griglia 20 e ne determinano una simmetria, ossia la griglia 20 presenta una struttura simmetrica rispetto al loro sviluppo lineare lungo la diagonale della pianta quadrata.

Con riferimento agli esempi di configurazione del dispositivo 10 microfluidico secondo l'invenzione di figure 7 e 8, la griglia 20 presenta una conformazione con maglia a cerchi sovrapposti formanti una pianta sostanzialmente quadrata, cerchi che si incontrano formando nodi (nel dettaglio sono quattro cerchi passanti per ogni nodo) che vanno a costituire le stazioni di diramazione 25. Le porzioni di cerchio, disposte sequenzialmente lungo le diagonali della pianta sostanzialmente quadrata della griglia 20, quindi centralmente alla stessa a definirne una simmetria lineare, vanno a formare i mezzi di canalizzazione dei fluidi 40 (di colore verde nelle figure 7 e 8) ad andamento regolare e continuo, ossia una coppia di canali che si incrociano nei nodi a formare una coppia di curve ondulate dall'andamento regolare e continuo. Tali mezzi 40 hanno inizio in particolare a partire dalla prima stazione di confluenza 21, in prossimità della terminazione dei canali di ingresso 11, 12 e terminano con uno dei canali di uscita 30 del dispositivo 10. Una pluralità di canali di uscita 30 sono configurati in particolare su una coppia di lati della pianta quadrata della griglia 20 e si configurano come parte finale di semicerchi in connessione di fluido con porzioni di altri cerchi tramite i suddetti nodi.

L'andamento regolare e continuo dei mezzi di canalizzazione dei fluidi 40, quando in connessione di fluido in prossimità dei canali di ingresso 11, 12 e relativa stazione di confluenza 21 e ai canali di uscita 30, porta a realizzare un ottimo interscambio tra le diverse concentrazioni dei fluidi in ingresso in quanto avviene uno scambio definibile "dolce", ossia che avviene per lunghi tratti all'interno dei condotti microfluidici della

griglia 20, scambio che continua fino alla definitiva canalizzazione dei fluidi in uscita a diversi gradienti di concentrazione. Vantaggiosamente, è possibile infittire con relativa semplicità e in spazi ridottissimi, data la geometria e la ridotta larghezza dei condotti microfluidici, il numero delle maglie formanti la griglia 20 e quindi il numero dei canali di uscita 30, così ottenendo una grande varietà di concentrazioni dei fluidi in uscita, nelle figure evidenziate dalle molteplici sfumature di colore dei canali di uscita 30.

Nella variante del dispositivo microfluidico 10 di figura 4, la griglia 20 presenta una prima pluralità di ingressi 13 in connessione di fluido con il primo canale di ingresso 11 e una seconda pluralità di ingressi 14 in connessione di fluido con il secondo canale di ingresso 12 disposti sui lati del quadrato costituente la pianta della stessa griglia 20 rispettivamente più vicini ai canali di ingresso 11, 12. Gli ingressi 13 e 14 sono configurati come diramazioni dei relativi canali di ingresso 11 e 12 e questo fa sì che tale configurazione vada a costituire secondi mezzi per la generazione di un gradiente di pressione positivo per detta pluralità di ingressi, indicati complessivamente con 45. In tale dicitura, per gradiente di pressione positivo si intende un gradiente in grado di generare una diminuzione di pressione negli ingressi 13, 14 quando posizionati in una direzione che favorisca il movimento di fluido verso i canali di uscita 30. Nell'esempio, gli ingressi 13, 14 sono disposti in derivazione dei rispettivi canali di ingresso 11, 12 in corrispondenza degli spigoli esterni delle maglie quadrate della griglia 20, sui due lati della relativa pianta quadrata prossimi alla prima stazione di confluenza 21. In tal modo la pressione del fluido in ingresso della griglia 20 diminuisce progressivamente via via che gli ingressi sono più lontani dalla stazione di confluenza 21 e questo favorisce il deflusso dei fluidi verso i canali di uscita 30.

La presenza di tali mezzi 45, insieme all'opportuno dimensionamento in lunghezza dei canali di uscita 30, favorisce vantaggiosamente l'uniformità di velocità di deflusso

dei fluidi nel dispositivo microfluidico ed una migliore distribuzione del gradiente di concentrazione.

Un sistema microfluidico generatore di gradiente di concentrazione secondo l'invenzione comprende un dispositivo microfluidico secondo l'invenzione come dagli esempi di rappresentazione descritti, dove:

- in corrispondenza degli ingressi 11, 12 sono collegati, in connessione di fluido, rispettivi primi mezzi di pompaggio per un primo fluido e secondi mezzi di pompaggio per un secondo fluido adatti a spingere i fluidi in pressione all'interno del dispositivo 10;
- mezzi di canalizzazione dei fluidi in uscita in connessione di fluido con la pluralità di uscite 30 del disposto 10 per la utilizzazione dei fluidi a vari gradienti di concentrazione presenti in uscita.

Il funzionamento del sistema microfluidico è sostanzialmente noto e prevede l'invio, ad una pressione stabilita dei mezzi di pompaggio secondo studiati parametri di ottimizzazione del sistema al fine di ottenere buone e uniformi velocità di uscite dei fluidi dal sistema, i due fluidi all'interno del dispositivo 10 attraverso i rispettivi ingressi 11, 12. I fluidi, all'interno del dispositivo interscambiano nelle modalità prima specificate fino a fuoriuscire dalle rispettive uscite 30 ed essere canalizzate dai rispettivi mezzi verso la loro utilizzazione finale.

È chiaro che ulteriori e numerose ulteriori varianti sono possibili per l'uomo del ramo al dispositivo e al sistema microfluidico generatore di gradiente di concentrazione secondo l'invenzione, così come è chiaro che nella sua pratica attuazione i materiali impiegati e le forme dei dettagli illustrati potranno essere diversi, e gli stessi potranno essere sostituiti con elementi tecnicamente equivalenti.

La griglia potrebbe avere pianta dalla forma più varia purché includente i mezzi di

canalizzazione ad andamento regolare e continuo, preferibilmente simmetrica rispetto agli stessi mezzi. Ad esempio potrebbe essere a maglie costituite da poligoni regolari e/o curve chiuse, quali maglie romboidali o formanti parallelepipedi. Qualsiasi possono inoltre essere i diametri dei condotti microfluidici costituenti il dispositivo secondo l'invenzione, e possono avere anche differenti diametri in differenti punti del dispositivo al fine di migliorare l'efficienza del dispositivo. Ad esempio, i canali trasversali potrebbero vantaggiosamente avere sezione maggiore dei canali longitudinali della griglia (dove con longitudinale e trasversale si intende rispetto al direzione principale del flusso dagli ingressi alle uscite) per favorire la diffusione tra i fluidi a differenti concentrazioni e quindi migliorare l'efficienza di generazione dei gradienti di concentrazione del dispositivo secondo l'invenzione. Gli stessi canali potrebbero incrociarsi formando una gran varietà di angoli, come una precisa combinazione tra angoli di incidenza e diametri particolari potrebbe favorire una maggiore efficienza dello stesso.

Le configurazioni dei dispositivi, negli esempi illustrate bidimensionali, potrebbero avere anche conformazione tridimensionale con una gran varietà di conformazioni geometriche, a favorire così un ancor più ricco gradiente di concentrazioni in uscita.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo microfluidico generatore di gradiente di concentrazione, comprendente:
 - almeno un primo ingresso per un primo fluido e relativo primo canale di ingresso (11),
 - almeno un secondo ingresso per un secondo fluido e relativo secondo canale di ingresso (12),
 - una griglia di condotti microfluidici (20) per la canalizzazione dei fluidi collegante detti canali di ingresso (11,12) con una pluralità di uscite e relativi canali di uscita (30),la griglia (20) comprendendo stazioni di diramazione del flusso (25) dei fluidi ed almeno una prima stazione di confluenza (21) di detti primo e secondo fluido per il relativo interscambio, la prima stazione di confluenza (21) essendo collocata in prossimità di detti primo e secondo canale di ingresso (11,12) sostanzialmente a monte delle stazioni (21,25),
caratterizzato dal fatto che la griglia (20) comprende mezzi di canalizzazione di detti fluidi (40) ad andamento regolare e continuo in connessione di fluido con la prima stazione di confluenza (21), a valle della stessa, e dai quali mezzi (40) si diramano condotti microfluidici in connessione di fluido con la pluralità di canali di uscita (30).
2. Dispositivo, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detti mezzi di canalizzazione (40) sono sostanzialmente centrali nella griglia (20).
3. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detti mezzi di canalizzazione (40) sono sostanzialmente ad andamento rettilineo.
4. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che

- la prima stazione di confluenza (21) è immediatamente a valle degli ingressi (11,12) dei fluidi, a monte dei mezzi di canalizzazione (40).
5. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che la griglia (20) è conformata in maniera sostanzialmente simmetrica rispetto alla collocazione dei mezzi di canalizzazione (40).
 6. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che la griglia (20) comprende una parte a maglie quadrate ed a pianta sostanzialmente quadrata, dove i quadrati costituenti le singole maglie sono disposti con i lati paralleli alle diagonali della pianta quadrata, in particolare i canali di uscita (30) partendo dai lati del quadrato, in corrispondenza degli spigoli dei quadrati esterni.
 7. Dispositivo, secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere una prima pluralità di ingressi (13) nella griglia (20) in connessione di fluido con il primo canale di ingresso (11) e una seconda pluralità di ingressi (14) nella griglia (20) in connessione di fluido con il secondo canale di ingresso (12), secondi mezzi (45) per la generazione di un gradiente di pressione positivo per detta pluralità di ingressi (13,14).
 8. Dispositivo, secondo le precedente rivendicazione, caratterizzata dal fatto che detti secondi mezzi (45) comprendono gli ingressi (13,14) configurati come diramazioni dei relativi canali di ingresso (11,12) e posizionati in direzione tale da favorire il movimento di fluido verso i canali di uscita (30).
 9. Dispositivo, secondo le precedenti rivendicazioni 6 e 8, caratterizzato dal fatto che gli ingressi (13,14) sono disposti in derivazione dei rispettivi canali di ingresso (11,12) in corrispondenza degli spigoli esterni delle maglie quadrate della griglia (20) sui due lati della relativa pianta quadrata prossimi alla prima stazione di confluenza (21).

10. Sistema microfluidico generatore di gradiente di concentrazione comprendente un dispositivo microfluidico secondo una delle precedenti rivendicazioni 1-9 e ulteriormente comprendente:

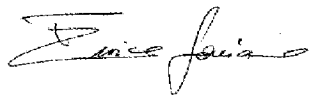
- rispettivi primi mezzi di pompaggio per il primo fluido e secondi mezzi di pompaggio per il secondo fluido in connessione di fluido con gli ingressi (11,12);
- mezzi di canalizzazione dei fluidi in uscita in connessione di fluido con la pluralità di uscite (30).

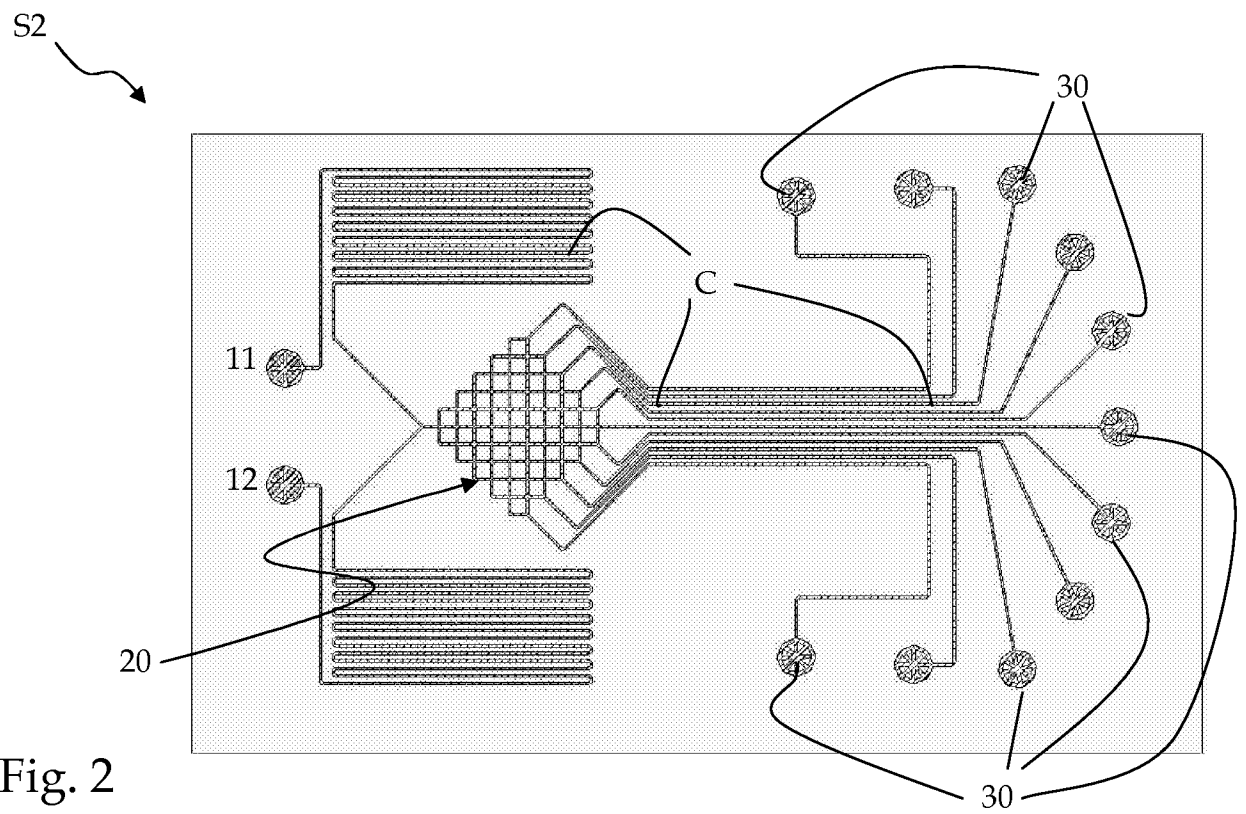
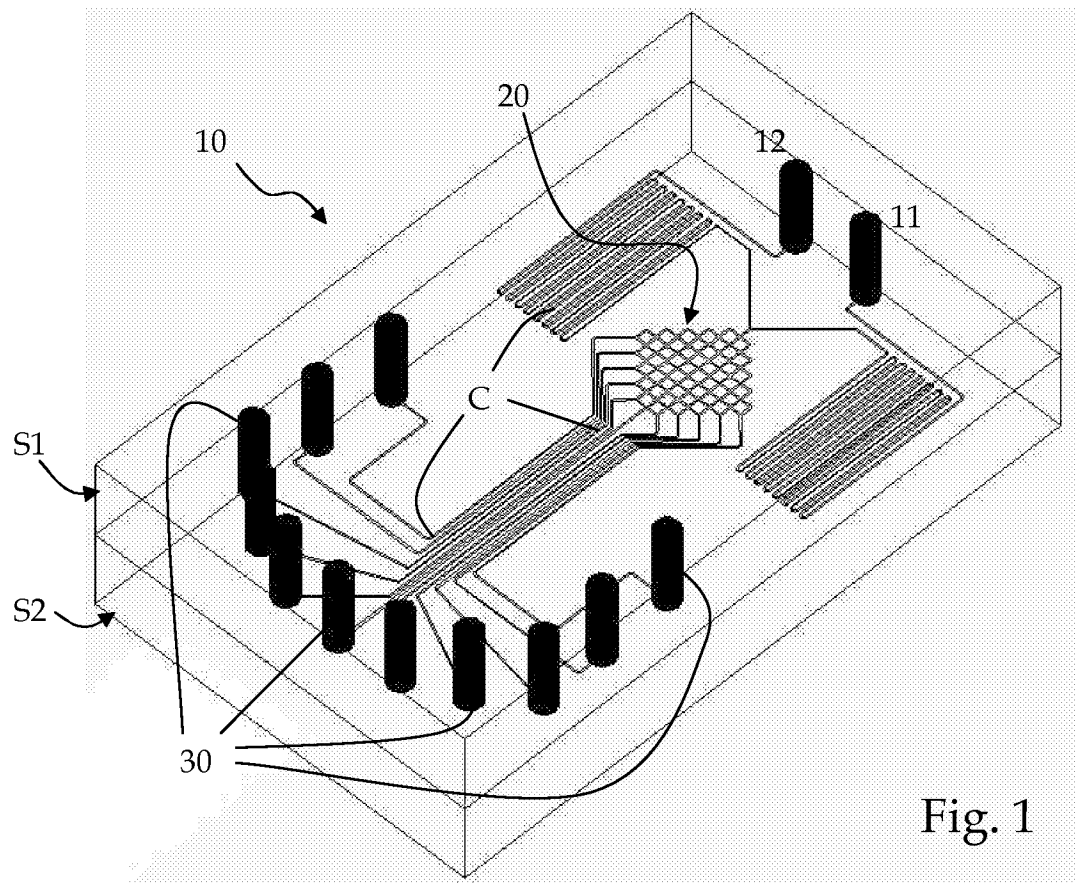
* * * * *

di Omar PANDOLI,

p.i.: Ing. Enrico SAVIANO

Iscr. Albo n. 1013 B





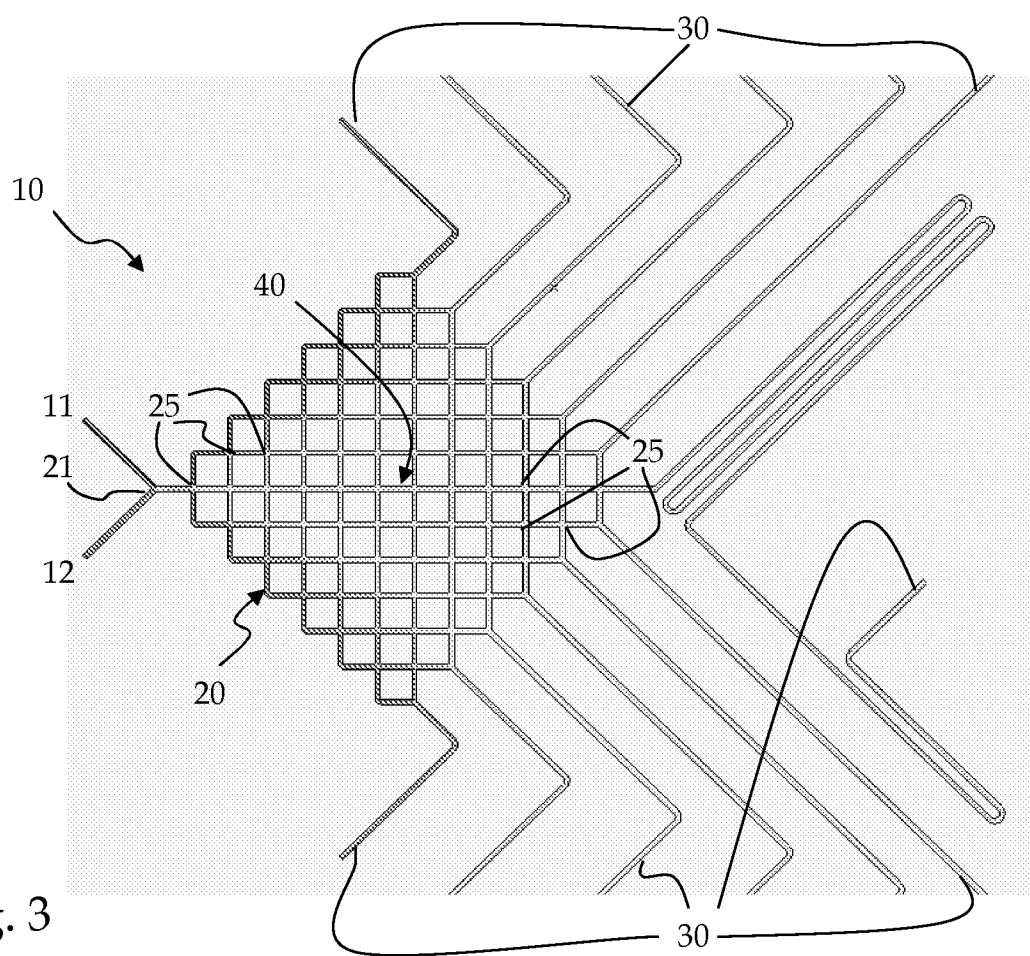


Fig. 3

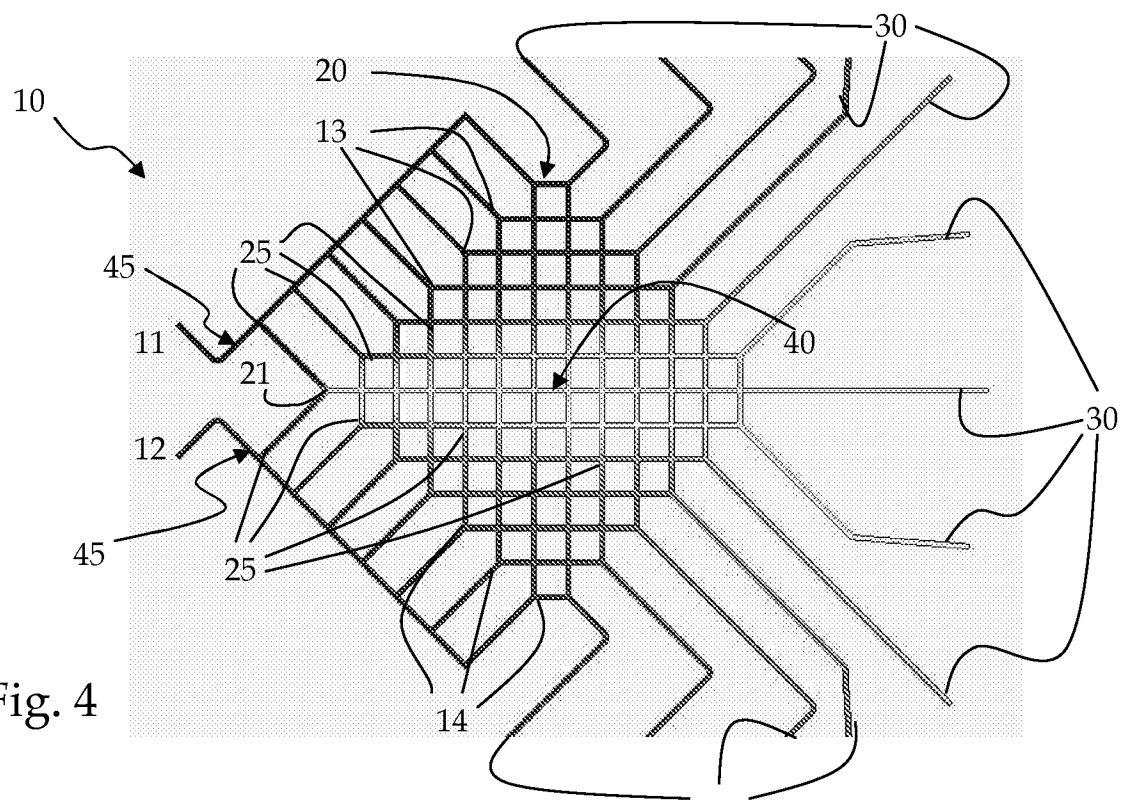


Fig. 4

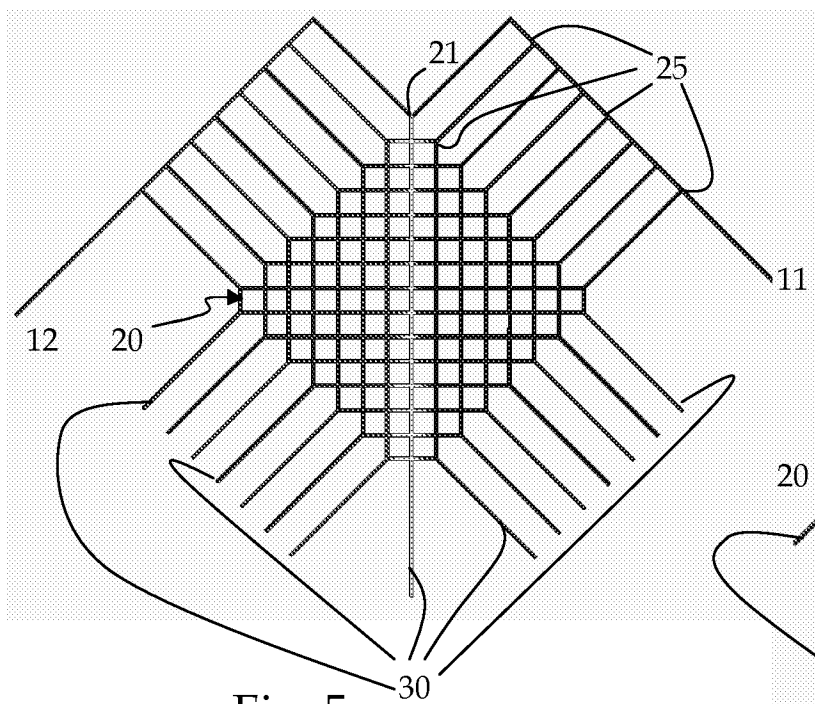


Fig. 5

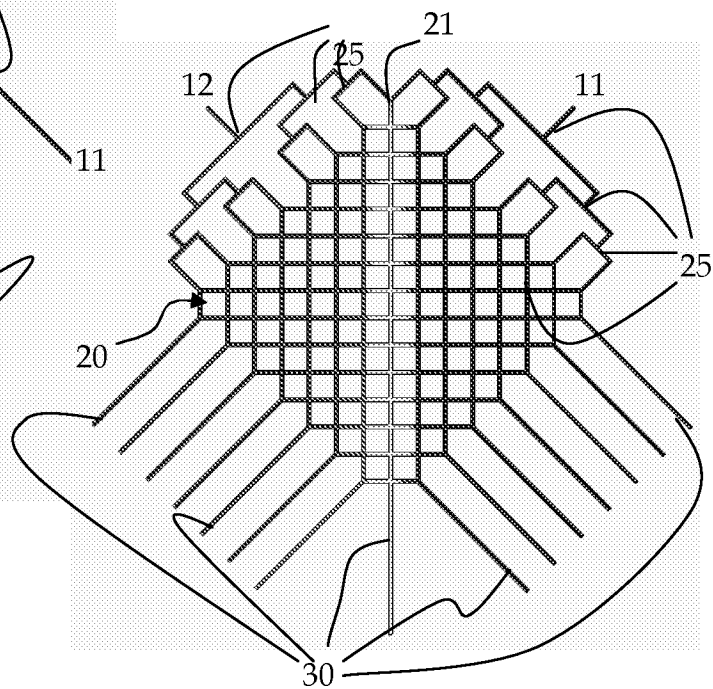


Fig. 6

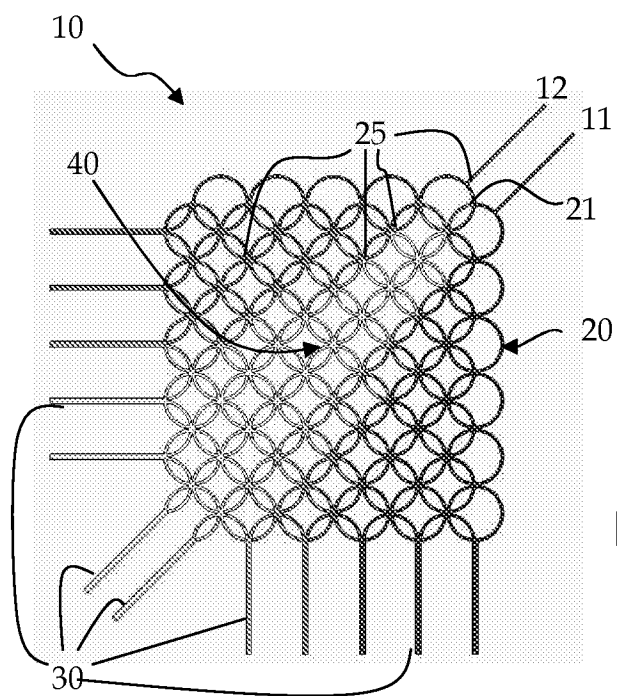


Fig. 7

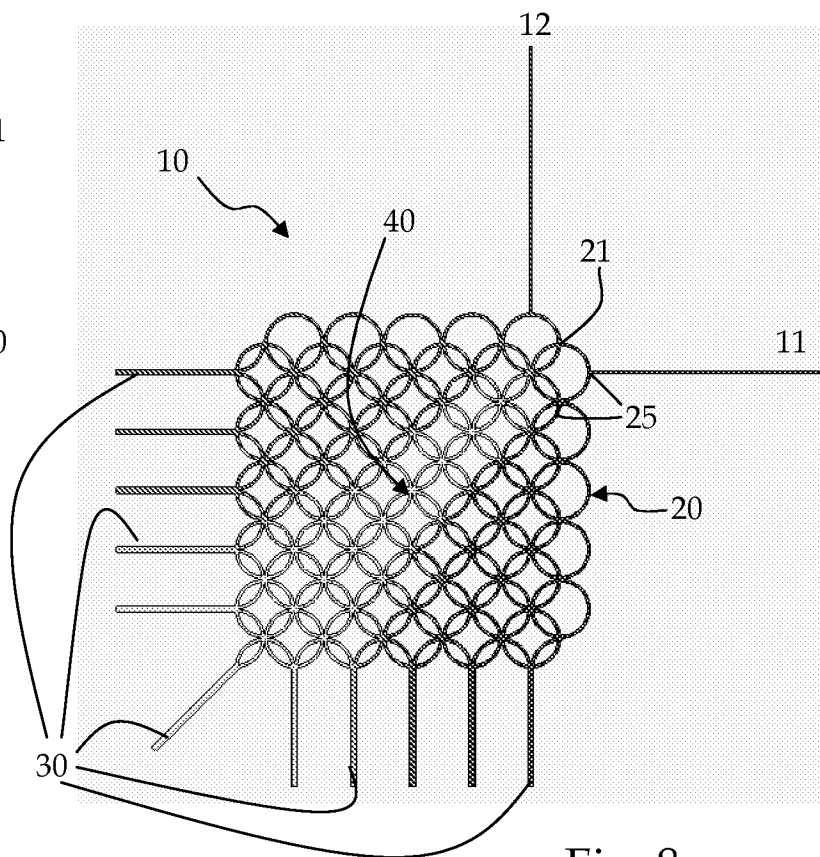


Fig. 8