

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102021000005366</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>08/03/2021</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>08/09/2022</b>

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	01	N	3	20

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	01	N	3	28

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	01	N	3	10

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	01	N	3	021

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	01	N	3	022

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	01	N	3	035

Titolo

DISPOSITIVO DI ABBATTIMENTO DI INQUINANTI E SISTEMA DI ABBATTIMENTO DI INQUINANTI PER MOTORI AD ACCENSIONE SPONTANEA
--

## DESCRIZIONE

del brevetto per Invenzione Industriale dal titolo:

DISPOSITIVO DI ABBATTIMENTO DI INQUINANTI E SISTEMA DI  
ABBATTIMENTO DI INQUINANTI PER MOTORI AD ACCENSIONE  
SPONTANEA

\* \* \*

### Campo di applicazione dell'invenzione

La presente invenzione è relativa al campo dei dispositivi di abbattimento di inquinanti e sistema di abbattimento di inquinanti per motori ad accensione spontanea, vale a dire ad accensione per compressione, quali in via preferenziale i motori Diesel.

### Stato della tecnica

Le normative circa le emissioni in atmosfera di inquinanti prodotti da autotrazione diventano via via sempre più restrittive.

Il termine particolato (particulate matter, PM) individua l'insieme dei corpuscoli di particelle solide o liquide sospese in aria.

Le più recenti normative prevedono il conteggio del Particulate number (PN) nel quale ricadono le particelle solide nel range 500-23nanometri e per il futuro è prevista l'estensione fino ai 10nanometri.

Nel PN ricadono anche le particelle solide potenzialmente generate dall'iniezione dell'Adblue e la non completa

decomposizione dell'urea.

Un sistema di post-trattamento di gas esausto (ATS) generalmente comprende, a partire dal motore a combustione interna, un DOC (Diesel oxidation catalyst), un DPF (Diesel particulate filter) un SCR (Selective catalytic reduction) ed un CUC (Clean-up Catalyst).

Il DOC è un convertitore catalitico progettato specificamente per motori diesel e apparecchiature per ridurre le emissioni di monossido di carbonio (CO), idrocarburi (HC) e particolato (PM).

Il DPF è un filtro chiuso che ha il doppio compito di accumulare particolato e bruciarlo. L'eliminazione del particolato avviene naturalmente con l'ausilio dei NOx a temperature superiori a 350°C. Quando l'accumulo di particolato supera una predeterminata soglia, viene avviata una procedura di rigenerazione forzata che mira ad innalzare la temperatura del DPF innescando una combustione repentina del particolato accumulato.

L'SCR è un catalizzatore le cui pareti sono caricate con zeoliti, i quali sono atti a convertire i NOx in N<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O con l'ausilio dell'iniezione di una soluzione liquida precursore dell'ammoniaca.

A valle dell'SCR è generalmente disposto un cosiddetto CUC, vale a dire un catalizzatore le cui pareti sono caricate con metalli nobili e zeoliti per neutralizzare l'ammonica

in eccesso.

EP3230563B1 descrive un esempio di sistema di abbattimento di inquinanti per gas esausti di motori Diesel.

La soluzione indicata è efficace per eliminare l' $\text{NH}_3$  in eccesso proveniente dall'SCR, ma si ritiene che questa soluzione non sia ottimale per eliminare le nano-particelle solide generate dall'iniezione di Adblue e dalla sua incompleta decomposizione in quanto tali particelle hanno sufficiente inerzia per passare attraverso il CUC e contribuire al totale delle emissioni di particolato regolamentate dalle normative antinquinamento.

Se non specificatamente escluso nella descrizione di dettaglio che segue, quanto descritto nel presente capitolo è da considerarsi come parte integrante della descrizione di dettaglio.

### **Sommario dell'invenzione**

Scopo della presente invenzione è quello di proporre un dispositivo di abbattimento di inquinanti configurato per neutralizzare nano-particelle comprese 10nm e 500nm generate dall'incompleta decomposizione dell'agente a base di urea iniettato a monte di un SCR.

L'idea di base della presente invenzione è quella di realizzare un dispositivo integrante un filtro anti particolato con un rivestimento (coating) SCR ed un rivestimento (coating) contenente metallo nobile in modo da

agire sia come filtro meccanico delle suddette particelle, sia come catalizzatore per completare la decomposizione e la riduzione dei sottoprodotti quali acido cianurico, acido isocianico, ammeline, melammine.

Pertanto, secondo la presente invenzione, il dispositivo raggruppa alcune caratteristiche tipiche di un CUC, alcune caratteristiche tipiche di un SCR ed altre caratteristiche di un filtro chiuso, ottenendo però un effetto sinergico oltre che precipue specializzazioni che lo differenziano in modo più o meno significativo dai filtri SCR e CUC noti. Per tale ragione, in seguito, il dispositivo oggetto della presente invenzione è appellato come "dispositivo bivalente" oppure come "CUC-on-filter".

Un altro scopo della presente invenzione è quello di proporre un sistema di post-trattamento di gas esausto per motori ad accensione per compressione.

Il dispositivo bivalente è disposto a valle di un sistema di post trattamento di gas esausto che comprende in successione un DOC, un DPF, un SCR, un CUC ed il suddetto dispositivo bivalente.

In altre parole il sistema di post trattamento di gas esausto comprende due filtri antiparticolato ma aventi caratteristiche e funzionalità differenti tra loro.

Infatti, mentre il primo filtro antiparticolato è destinato a raccogliere particolato carbonioso, il secondo è

destinato a raccogliere nano-particelle solide generate dall'iniezione e l'incompleta decomposizione dell'agente a base di urea, le quali non possono essere neutralizzate da un CUC tradizionale che ha una matrice aperta.

In un schema alternativo, il suddetto dispositivo bivalente può sostituire integralmente il tradizionale CUC a valle dell'SCR in quanto esso è in grado di integrare le funzionalità di un tradizionale CUC che elimina l' $\text{NH}_3$  gassosa in eccesso decomponendola a Azoto ed ossigeno molecolari con la funzionalità di filtrare e decomporre le nano-particelle solide generate dall'incompleta decomposizione dell'agente a base di urea.

Preferibilmente, la matrice filtrante del dispositivo bivalente può essere realizzata in modo molto diverso rispetto a quelle destinate a raccogliere e ossidare il particolato, in quanto destinata ad intercettare nano-particelle con una massa trascurabile e quindi con un basso impatto in termini di contro-pressione.

Vantaggiosamente, la matrice del dispositivo bivalente può avere porosità  $<45\%$ , diametro dei pori  $<9\mu\text{m}$  e superficie filtrante compresa tra  $0,2$  ed  $1 \text{ m}^2$  che definiscono una capacità filtrante nettamente superiore a quella di un tradizionale filtro antiparticolato, in modo da massimizzare l'efficienza di filtrazioni delle nano-particelle.

Anche per quanto riguarda il coating catalitico esso può essere realizzato in modo diverso rispetto al tradizionale CUC.

Secondo una variante preferita della presente invenzione, il CUC-on-filter comprende un rivestimento o coating in due zone consecutive o in alternativa il coating a base di metallo nobile è realizzato nei canali di ingresso del filtro e quello a base di zeoliti nei canali di uscita.

Questa seconda variante del dispositivo bivalente, fa sì che esso si comporti come tre componenti disposti in serie: CUC-filtro-SCR. Ebbene, non è assolutamente nota una configurazione in cui il CUC precede il catalizzatore SCR, né tanto meno una configurazione in cui il CUC precede un filtro antiparticolato.

La presente invenzione trova particolare applicazione nei motori a ciclo Diesel perché l'SCR è largamente impiegato nei dispositivi di post trattamento dei gas esausti di motori a ciclo Diesel, ciononostante, la presente invenzione potrebbe essere implementata anche in motori ad accensione comandata che prevedono l'impiego di SCR e relativo dosatore di agente riducente a base di urea.

Le rivendicazioni dipendenti descrivono varianti preferite dell'invenzione, formando parte integrante della presente descrizione.

#### **Breve descrizione delle figure**

Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione particolareggiata che segue di un esempio di realizzazione della stessa (e di sue varianti) e dai disegni annessi dati a puro titolo esplicativo e non limitativo, in cui:

nelle figure 1 e 2 sono mostrati schemi concettuali di esempi del dispositivo oggetto della presente invenzione;

nelle figure 2 e 3 sono mostrati due esempi di sistemi di post trattamento di gas esausto comprendente il dispositivo delle figure 1 o 2.

Gli stessi numeri e le stesse lettere di riferimento nelle figure identificano gli stessi elementi o componenti o funzioni.

Si dovrebbe anche notare che i termini "primo", "secondo", "terzo", "superiore", "inferiore" e simili possono essere usati qui per distinguere vari elementi. Questi termini non implicano un ordine spaziale, sequenziale o gerarchico per gli elementi modificati a meno che non sia specificatamente indicato o desumibile dal testo.

Gli elementi e le caratteristiche illustrate nelle diverse forme di realizzazione preferite, inclusi i disegni, possono essere combinati tra loro senza peraltro uscire dall'ambito di protezione della presente domanda come descritta di seguito.

#### **Descrizione di dettaglio di esempi di realizzazione**

La figura 1 mostra un esempio di dispositivo bivalente o CUC-on-filter secondo la presente invenzione, indicato con il simbolo "CoF".

Esso comprende una matrice ceramica filtrante PF, volutamente indicata con un simbolo diverso dal classico DPF, perché come detto sopra, le caratteristiche filtranti sono molto diverse rispetto ad un filtro destinato a filtrare particelle carboniose, in quanto i pori sono molto più piccoli e la porosità è più bassa.

Come tutti i filtri chiusi, comprende canali chiusi con pareti porose che permettono la comunicazione tra i canali di ingresso indicati dalle frecce IN ed i canali di uscita indicati dalle frecce OUT.

Le pareti interne pertanto hanno una faccia che si affaccia in un canale di ingresso ed una faccia che si affaccia in un canale di uscita.

In altre parole, le pareti interne alla matrice rappresentano setti che dividono i canali di ingresso dai canali di uscita.

Sulla matrice PF sono eseguite due procedure di caricamento, una a base di zeoliti ZSM e l'altra a base di metalli nobili Nob.

Il primo caricamento ZSM a base di zeoliti, di fatto,

corrisponde a realizzare un catalizzatore SCR. Mentre il secondo caricamento Nob a base di metalli nobili corrisponde a realizzare un CUC.

Secondo una variante preferita dell'invenzione, schematizzata in figura 1, una porzione dei canali di ingresso della matrice ceramica è caricata esclusivamente con metalli nobili per una predeterminata lunghezza, ad esempio del 50% del totale, mentre la restante lunghezza dei canali di ingresso, del canale di ingresso è caricata con materiale a base di zeoliti. Preferibilmente, i gas di scarico entranti nel dispositivo CoF incontrano dapprima lo strato a base di metalli nobili e successivamente lo strato a base di zeoliti.

In una variante alternativa riportata in figura 2, la matrice ceramica è caricata (ricoperta) con metalli nobili per l'intera lunghezza dei canali di ingresso, mentre è caricata (ricoperta) a base di zeoliti per l'intera lunghezza dei canali di uscita.

E' evidente che il risultato non sarebbe inficiato se si caricasse solo una porzione dei canali di ingresso e/o solo una porzione dei canali di uscita.

Il flusso di gas esausto e le nano-particelle incontrano dapprima il caricamento a base di metalli nobili

che supportato dalla matrice ceramica intrappola le nanoparticelle e grazie alle temperature dei gas di scarico sono decomposte allo stato gassoso. I gas così generati possono penetrare attraverso la matrice ceramica e prima di essere rilasciati in atmosfera incontrano il materiale a base di zeoliti che opera la riduzione di eventuali ossidi di azoto a ossigeno e azoto molecolari.

Secondo un'altra variante preferita dell'invenzione, la matrice è caricata sia a base di zeoliti che a base di metalli nobili miscelati insieme. In questo caso, qualsiasi porzione della matrice è in grado di

- Imprigionare le nano-particelle derivate dall'iniezione dell'agente riducente a base di urea (Adblue®),
- Decomporre tali particelle
- Abbattere eventuali NOx residui mediante NH<sub>3</sub> e contestualmente
- Promuovere la conversione di NH<sub>3</sub> in eccesso a N<sub>2</sub>.

Diversamente da quanto avviene in EP3230563A1, l'ammoniaca non segue un percorso ad U, vale a dire non attraversa due volte il medesimo strato C1 corrispondente ad un rivestimento catalitico, ma percorsi di attraversamento delle pareti della matrice del filtro.

Secondo la presente soluzione, la matrice del dispositivo CoF è chiusa e pertanto, il flusso deve necessariamente attraversare le pareti del filtro, pertanto, incontra i due caricamenti, senza però permettere alle nano-particelle solide più grandi di passare prima di essere state decomposte.

Pertanto, le particelle vengono raccolte e solo in seguito alla loro decomposizione in fase gassosa possono attraversare le pareti della matrice ed essere eventualmente convertite ad azoto e ossigeno molecolari.

Diversamente da quanto avviene in EP3230563A1, l'ordine dei caricamenti non è essenziale.

Come visto sopra, i materiali attivi possono essere miscelati tra loro, oppure possono essere disposti su porzioni diverse e/o facce diverse delle pareti del filtro in modo che un rivestimento è collocato nei canali di ingresso ed un rivestimento nei canali di uscita.

Secondo un metodo preferito di fabbricazione del dispositivo, si eseguono i seguenti passi in successione:

- Estrusione della matrice,
- Chiusura dei canali,
- Impregnazione con una soluzione liquida a base di precursori del SCR e calcinatura in forno,

- Impregnazione con soluzione liquida a base di precursore del CUC e calcinatura in forno.

Secondo varianti preferite dell'invenzione la suddetta porzione bivalente si estende per l'intero dispositivo.

Secondo varianti preferite dell'invenzione la composizione della matrice ceramica può essere Cordierite, Carburo di Silicio o Titanato d'allumino estrusi in un singolo monolite o in più segmenti che vengono successivamente assemblati in un unico monolite delle dimensioni desiderate.

L'impregnazione della matrice a base di zeoliti può essere realizzata con una miscela scambiate con Rame (copper exchange), Ferro o una miscela dei due oppure con una miscela di biossido di Titanio, Vanadio e Tungsteno.

L'impregnazione con metallo nobile può contenere Platino e Palladio o una miscela dei due in proporzioni variabili disperse su un supporto ad elevata superficie specifica tipicamente a base di gamma-allumina.

Le figure 3 e 4 mostrano varianti preferite di sistemi di post trattamento di gas esausto ATS per un motore a combustione interna a ciclo Diesel.

Esse hanno in comune i seguenti componenti disposti in successione secondo il flusso di gas esausto uscente dal

motore a combustione interna:

- DOC (Diesel oxidation catalyst),
- DPF (Diesel particulate filter),
- SCR (Selective catalytic reduction) con un relativo dosatore UJ di agente riducente a base di urea (AdBlue®),
- un dispositivo (CoF) di abbattimento.

E' noto in sé il posizionamento del dosatore a monte dell'SCR e l'eventuale presenza di miscelatori che favoriscano l'idrolisi dell'agente riducente a base di urea.

La figura 3 si differenzia dalla figura 4 soltanto per il fatto che nella figura 4 è previsto un CUC a valle dell'SCR, per esempio integrato nello stesso SCR.

In altre parole, il sistema comprende complessivamente due filtri: un primo filtro, un classico DPF, ed un secondo filtro CoF a valle dell'SCR in grado di intercettare le nano-particelle generate dall'SCR stesso.

Il sistema, per come concepito, risulta essere ottimale, in quanto, il primo DPF, secondo la direzione di circolazione del gas esausto, non essendo in alcun modo caricato come un SCR, è in grado di eseguire la cosiddetta rigenerazione spontanea o attiva del residuo carbonioso. Mentre, il secondo filtro, definito dal dispositivo bivalente CoF ha

lo scopo di intrappolare nano-particelle solide derivanti dall'iniezione di agente riducente a base di urea sull'SCR garantendo il loro intrappolamento ed un'ottimale eliminazione di quest'ultime che rientrerebbero nel computo degli inquinanti emessi globalmente dal sistema di propulsione che include motore a combustione interna ed dispositivo di post trattamenti di gas esausto ATS.

Sono possibili varianti realizzative all'esempio non limitativo descritto, senza per altro uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione, comprendendo tutte le realizzazioni equivalenti per un tecnico del ramo, al contenuto delle rivendicazioni.

Dalla descrizione sopra riportata il tecnico del ramo è in grado di realizzare l'oggetto dell'invenzione senza introdurre ulteriori dettagli costruttivi.

## RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo (CoF) di abbattimento di inquinanti prodotti da un motore a combustione interna dotato di un catalizzatore SCR (Selective catalytic reduction) ed un relativo dosatore (UJ) mediante iniezione di un agente riducente a base di urea, il dispositivo comprendendo una matrice ceramica definente un filtro chiuso (PF) almeno parzialmente caricata con un primo caricamento (ZMS) a base di zeoliti ed un secondo caricamento (Nob) a base di metalli nobili.
2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui detta matrice è caratterizzata da una porosità  $< 45\%$ , diametro dei pori  $< 9$  micron e superficie filtrante compresa tra 0,2 ed 1 m<sup>2</sup>.
3. Dispositivo secondo una qualunque delle rivendicazioni 1 o 2, in cui detta matrice ceramica può essere a base di Cordierite o Carburo di Silicio o Titanato d'alluminio e può essere estrusa in un singolo monolite o in più segmenti assemblati in un unico monolite.
4. Dispositivo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui detto primo caricamento è realizzato mediante una miscela a base di Rame e/o ferro oppure con una miscela di biossido di Titanio, Vanadio e Tungsteno.
5. Dispositivo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui detto secondo caricamento è realizzato

mediante una miscela contenente Platino e/o Palladio dispersi su un supporto ad elevata superficie specifica a base di gamma-allumina.

6. Dispositivo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui detta matrice comprende canali di ingresso e canali di uscita comunicanti tra loro mediante porosità di pareti intermedie definenti i canali di ingresso e canali di uscita mediante relative facce opposte ed in cui detto primo caricamento e detto secondo caricamento definiscono rivestimenti di porzioni contigue di almeno una di dette facce opposte.

7. Dispositivo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti 1 - 5, in cui detta matrice comprende canali di ingresso e canali di uscita comunicanti tra loro mediante porosità di pareti intermedie definenti i canali di ingresso e canali di uscita mediante relative facce opposte ed in cui detto primo caricamento e detto secondo caricamento sono realizzati su dette facce opposte di ciascuna parete.

8. Dispositivo secondo una qualunque delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui detta matrice comprende canali di ingresso e canali di uscita comunicanti tra loro mediante porosità di pareti intermedie definenti i canali di ingresso e canali di uscita mediante relative facce opposte ed in cui detto primo caricamento è realizzato come rivestimento dei

canali di ingresso e detto secondo caricamento è realizzato come rivestimento dei canali di uscita.

9. Dispositivo secondo una qualunque delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui detta matrice comprende canali di ingresso e canali di uscita comunicanti tra loro mediante porosità di pareti intermedie definenti i canali di ingresso e canali di uscita mediante relative facce opposte ed in cui detti primo e secondo caricamento sono realizzati definendo un unico strato che riveste almeno detti canali di ingresso.

10. Sistema di post trattamento di gas esausto per motori a ciclo Diesel comprendenti in successione secondo una direzione di circolazione di un flusso di gas esausto:

- DOC (Diesel oxidation catalyst),
- DPF (Diesel particulate filter),
- SCR (Selective catalytic reduction) con un relativo dosatore (UJ) di agente riducente a base di urea (AdBlue®),
- un dispositivo (CoF) di abbattimento secondo una qualunque delle rivendicazioni da 1 a 9.

11. Sistema secondo la rivendicazione 10, ulteriormente comprendente un CUC (Clean-up Catalyst) disposto tra detto SCR e detto dispositivo (CoF) di abbattimento.

12. Metodo di fabbricazione di un dispositivo (CoF) di abbattimento di comprendente i seguenti passi:

- Estrusione della matrice, successiva

- Chiusura dei canali per definire canali di ingresso e canali di uscita, e dopo
- Prima impregnazione con una soluzione liquida a base di precursori del SCR e calcinatura in forno,
- Seconda impregnazione con soluzione liquida a base di precursore del CUC e calcinatura in forno,

in cui un ordine della prima e seconda impregnazione possono essere scambiati tra loro.

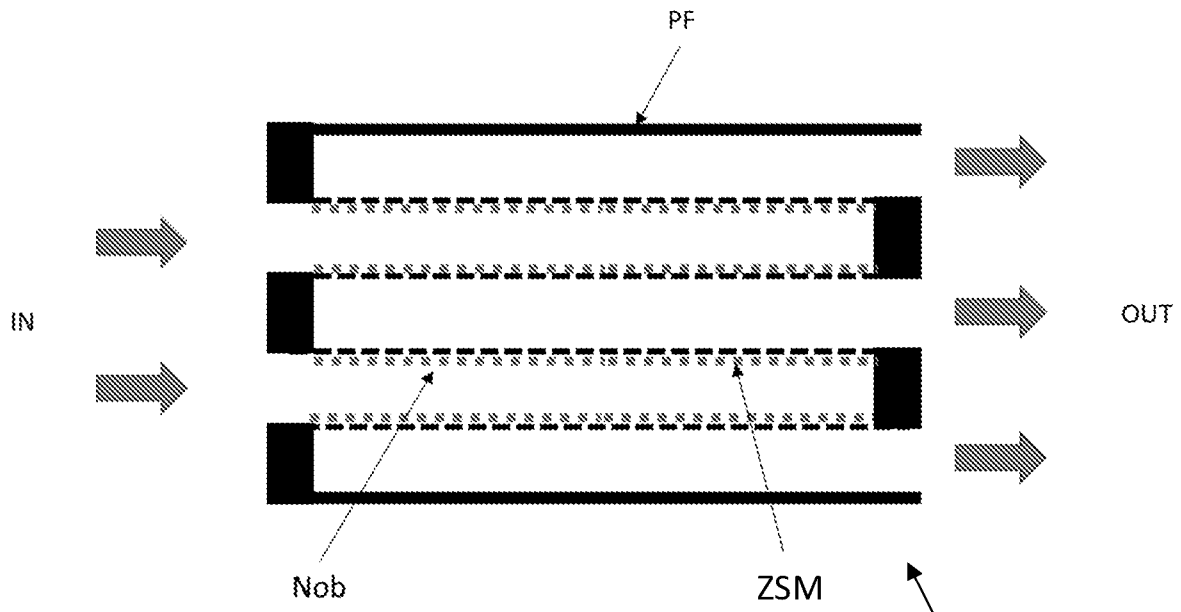


Fig. 1

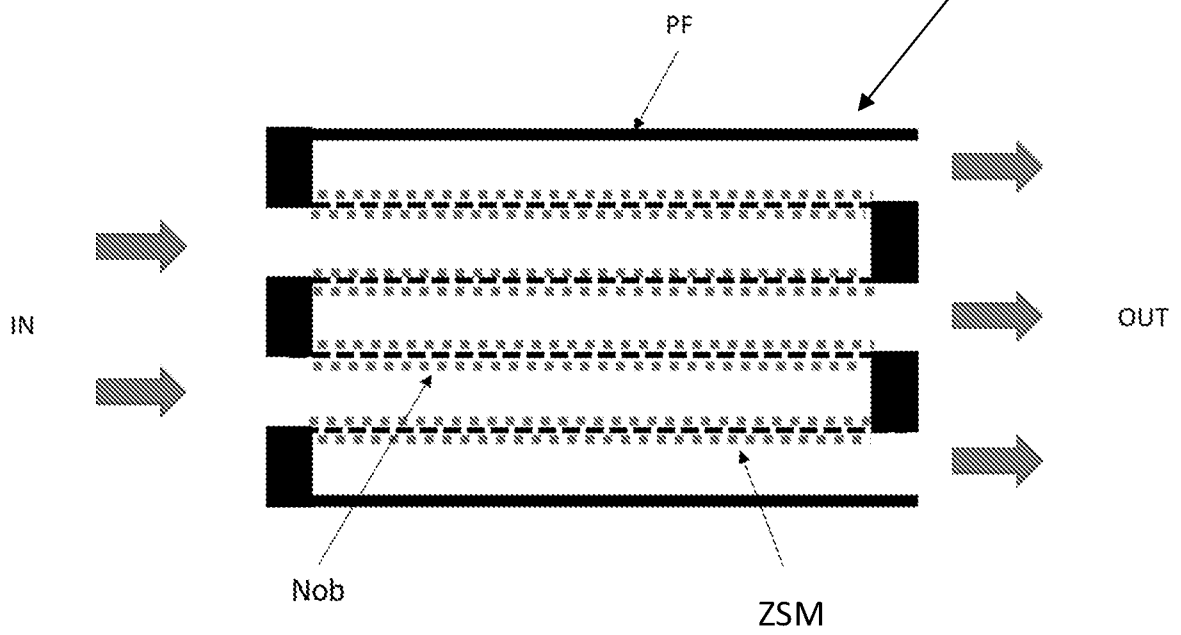


Fig. 2

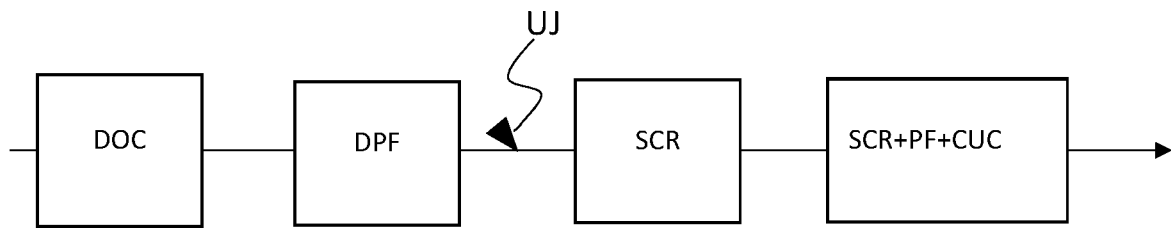


Fig. 3

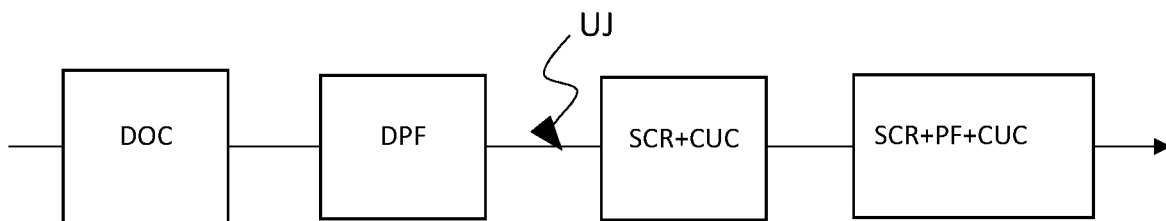


Fig. 4