

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902054289A1

Publication Date

20131125

Applicant

VM PRESS S.R.L.

Title

PROCESSO PER LA PRODUZIONE DI GAS COMBUSTIBILE DA RIFIUTI
SOLIDI URBANI.

DESCRIZIONE dell'Invenzione Industriale avente per titolo:

"Processo per la produzione di gas combustibile da rifiuti solidi urbani"

a nome: **VM Press s.r.l.**, di nazionalità italiana, con sede in Ovada.

Inventore designato: Carlo GONELLA.

Depositato il

col No.

La presente invenzione si riferisce principalmente alla produzione di biogas combustibile a partire da rifiuti solidi urbani (RSU), ma è applicabile più in generale allo smaltimento di rifiuti agricoli e industriali aventi una apprezzabile frazione umida organica. Più particolarmente, l'invenzione riguarda un processo atto a migliorare l'efficacia del riciclaggio della frazione umida di rifiuti con produzione di gas combustibile.

Nei rifiuti urbani, quali vengono raccolti nei cassonetti dei servizi di nettezza urbana, è tipicamente presente, oltre a materiali inerti quali carta, plastica, vetro o metalli, una consistente frazione organica umida, costituita sostanzialmente da scarti di frutta e verdura, resti di liquidi quali latte e succhi di frutta, avanzi di cucina, erba, patate, e simili. Nei rifiuti agricoli, la frazione organica è in genere prevalente, e molti rifiuti industriali (tipicamente dell'industria alimentare) comprendono anch'essi quantità consistenti di materiali organici fermentabili.

E' noto di separare meccanicamente la frazione organica dal restante materiale (se non già raccolta in modo differenziato all'origine) e di sottoporla a fermentazione anaerobica in biodigestore, per ricavarne da un lato gas combustibile, dall'altro un residuo solido stabilizzato che spesso può essere utilizzato come ammendante del terreno.

Per la fermentazione in biodigestore, la frazione organica viene sminuzzata e diluita con acqua a sufficienza per creare una fanghiglia in cui possano diffondersi e agire i batteri responsabili della fermentazione. La natura del materiale organico, le proporzioni dell'acqua di diluizione, l'uniformità del rimescolamento e le variazioni di temperatura sono alcuni dei fattori più importanti nel determinare l'efficacia del processo di gasificazione del materiale organico solido. Per valutare l'efficacia con cui i solidi vengono convertiti in biogas (essenzialmente costituito da una miscela gassosa di metano, anidride carbonica, oltre a piccole quantità di altri gas quali idrogeno, idrogeno solforato, ecc.) è usuale misurare il tasso di riduzione dei solidi volatili (SV) (a sua volta dedotto dalla misura del tasso di riduzione dei solidi totali, ST) in un tempo di fermentazione prefissato, che tipicamente è di 20-30 giorni. Quanto maggiore è il tasso di riduzione di SV,

tanto maggiore è la produzione di biogas, e tanto minori sono i residui solidi.

E' evidente che per accrescere la produttività dell'impianto si mira a massimizzare la produzione giornaliera di biogas, cioè a realizzare una gasificazione dei materiali volatili il più possibile completa. Tale obiettivo comporta però una durata di permanenza dei materiali organici nel biodigestore piuttosto lunga, (tipicamente i 20-30 giorni detti sopra), tale da consentire alla flora batterica di digerire progressivamente anche le componenti più tenaci della sostanza soggetta a fermentazione.

Un inconveniente della biodigestione convenzionale è che i materiali organici sminuzzati tendono a separarsi dall'acqua di diluizione, da un lato sedimentando sul fondo e conglomerandosi in uno strato compatto, dall'altro galleggiando in superficie e formando uno strato fibroso, noto come "cappellaccio": sia i sedimenti che il cappellaccio frenano l'evoluzione del processo di fermentazione, perché ostacolano l'aggressione da parte dei batteri anaerobici.

Scopo principale dell'invenzione è ora di rendere più efficace il processo di produzione di gas combustibile a partire dalla frazione organica di rifiuti urbani, in modo da ottenere un completamento più rapido, più efficace e più completo della fermentazione e della produzione di biogas, e aumentare il tasso di riduzione dei solidi.

Un altro scopo dell'invenzione è di abbreviare il tempo di permanenza dei materiali solidi nel biodigestore a parità di efficacia del processo.

L'invenzione raggiunge i suddetti e altri scopi e vantaggi, quali risulteranno dal seguito della descrizione, con un processo di produzione di gas combustibile a partire dalla frazione organica di rifiuti urbani, perfezionato avente le caratteristiche esposte nella rivendicazione 1.

Altre caratteristiche vantaggiose dell'invenzione sono esposte nelle rivendicazioni subordinate.

Si descriverà ora l'invenzione più in dettaglio con riferimento ai disegni allegati e ad alcuni esempi. Nei disegni:

la Fig. 1 è una vista schematica parziale, in sezione assiale, di una pressa di estrusione utilizzata nel processo dell'invenzione;

la Fig. 2 è uno schema di un impianto di biodigestione pilota per testare il processo dell'invenzione;

la Fig. 3 è un grafico a barre che mostra i risultati di alcuni test di biodigestione condotti in due impianti secondo la Fig. 2, partendo da materiale pulperizzato convenzionale; e

la Fig. 4 è un grafico a barre che mostra i risultati di alcuni test di biodigestione condotti negli stessi impianti secondo la Fig. 2, partendo da materiale presso-estruso e gelificato secondo i concetti dell'invenzione.

Nello sviluppo dell'invenzione, gli inventori sono partiti dalla considerazione che, nella conversione molecolare progressiva dei rifiuti, i batteri agiscono su materiali che, per quanto sminuzzati o triturati, si presentano comunque ancora in forma di frammenti macroscopici, costituiti di ammassi di cellule organiche compatte e aderenti fra di loro, e in cui le cellule sono in gran parte ancora intere, con pareti più o meno intatte. Quindi i batteri devono in primo luogo demolire le membrane cellulari, particolarmente tenaci nel caso dei vegetali: ciò è causa di forte rallentamento del processo. Inoltre, un ulteriore rallentamento è dovuto alla già citata tendenza delle particelle di materiale organico a separarsi dall'acqua di diluizione, con sedimentazione o galleggiamento in strati progressivamente più secchi e compatti: l'inaridimento rende questi strati progressivamente meno accessibili all'attacco dei batteri.

In contrasto colla tecnica anteriore di triturazione dei materiali organici umidi in triturator e pulper, l'invenzione prevede invece che i materiali organici umidi vengano spremuti o estrusi sotto pressione molto elevata attraverso una griglia di estrusione a fori sottili, in modo che la parte più umida e fragile sia forzata ad attraversare i fori e quindi disgregarsi completamente in forma di poltiglia semiliquida, lasciando una parte sostanzialmente secca a monte della griglia. A causa della forte compressione, l'estrusione o spremitura non si limita infatti a sminuzzare i materiali a livello macroscopico come nella pulperizzazione convenzionale, ma causa una vera e propria lacerazione diffusa della loro struttura cellulare, facendo scoppiare le membrane che normalmente imprigionano all'interno delle cellule le sostanze organiche semiliquide, le quali risultano così più facilmente aggredibili dai batteri anaerobici.

Inoltre, la poltiglia risultante dall'estrusione, costituita in larga parte dal materiale biologico fuoriuscito dall'interno delle cellule lacerate, e sottoposto all'elevata pressione detta sopra, si presenta in forma di un denso gel solido-liquido, della consistenza di una marmellata, avente scarsa o nulla propensione alla separazione del contenuto acquoso dalla parte solida. Questa circostanza rende possibile alimentare il gel al biodigestore in modo più uniforme, per esempio tramite pompe, senza necessità di mantenere una forte turbolenza per evitare la sedimentazione, come nella tecnica anteriore.

Come è descritto nel seguito, gli inventori hanno constatato che, quando si

alimenta al biodigestore la frazione organica così pre-trattata, la reazione biochimica di fermentazione si innesca rapidamente, con elevata produzione di biogas e forte riduzione dei solidi. Il gas prodotto risulta di ottima qualità, e il processo di conversione si completa in un tempo più breve di quello ottenibile colla tecnica anteriore, come risulterà dalla descrizione di alcuni esempi di attuazione. Si deve presumere che la maggior efficienza della conversione, e in particolare il breve tempo d'innescio della fermentazione, sia dovuta proprio al fatto che il contenuto delle cellule, non più protetto dalle membrane cellulari, è prontamente attaccabile dai batteri.

Con riferimento alla rappresentazione schematica della Fig. 1, secondo una realizzazione preferita dell'invenzione, la frazione organica umida separata da rifiuti solidi urbani (detta Forsu) viene quindi compressa in porzioni successive in una griglia cilindrica costituita da un tubo metallico 10 ad alta resistenza, perforato con fori sottili 12, il quale è chiuso a un'estremità da una parete 14, mentre è aperto all'estremità opposta 16. Il materiale viene spinto all'interno del tubo perforato 10 attraverso l'estremità aperta 16, a opera di un pistone 18 azionato da un cilindro idraulico non rappresentato. La poltiglia che fuoriesce attraverso i fori 12 cola in un bacino sottostante (pure non rappresentato), in forma di gel denso, simile a marmellata, che non rilascia acqua libera neanche dopo tempi di riposo prolungati, se non in misura trascurabile.

Una pressa per estrusione che corrisponde allo schema della Fig. 1 e che è adatta per l'attuazione del processo dell'invenzione è descritta in documenti anteriori quali EP1207040, dal titolo "Press for treating solid city waste".

I fori di estrusione hanno preferibilmente un diametro inferiore a 12 mm, e ancora più preferibilmente inferiore a 10 mm, idealmente pari a circa 8 mm. Poiché l'elevata pressione di estrusione provoca una forte usura della griglia, i fori possono poi essere rivestiti con boccole di metallo duro o di ceramica, oppure la griglia stessa può essere fabbricata in materiale di altissima resistenza, quale acciaio speciale, per esempio come descritto nel documento EP1568478.

Dopo ogni compressione, all'interno della griglia rimane un residuo secco di piccolo volume, con contenuto acquoso ormai ridotto a quantità trascurabile, tipicamente meno del 20%. Tale residuo secco viene man mano evacuato e avviato a manipolazioni ulteriori che non fanno parte del processo inventivo (per lo più incenerimento).

Per valutare l'efficacia degli accorgimenti dell'invenzione sono stati condotti diversi test effettuati su campioni sostanzialmente della stessa frazione organica,

trattata in alcuni test con pulperizzazione convenzionale e in altri test con presso-estrazione secondo i concetti dell'invenzione.

I test vennero condotti in momenti diversi, con procedura sostanzialmente uniforme, in due impianti di biodigestione piloti realizzati ciascuno secondo lo schema della Fig. 2. Ognuno dei due impianti comprendeva un biodigestore 20 alimentabile dall'alto tramite una tramoggia di carico 22 e collegato attraverso un separatore di condensa 24 a un gasometro 26 per la raccolta del biogas generato, con un contaltri 28 annesso per misurare la quantità di gas transitante. Il biodigestore 20 era un cilindro verticale d'acciaio, terminante in basso in un tratto conico con apertura per lo scarico periodico del digestato. Il biodigestore era inoltre circondato da una serpentina (non illustrata) a circolazione d'acqua calda sotto controllo di una valvola termostatica, per mantenere nel digestore una temperatura costante. Si monitoravano inoltre pH e pressione interna. La tramoggia 22 veniva caricata col materiale organico preparato e diluito nelle condizioni desiderate (secondo il processo convenzionale o secondo il processo dell'invenzione), e il digestato veniva scaricato dal basso.

L'impianto comprendeva anche un compressore 30 per far ricircolare nel biodigestore, attraverso una rosa di lance verticali 32, biogas prelevato dal gasometro 26. Il biogas poteva così essere iniettato in basso nel biodigestore e risalire, agitando la sostanza organica per mescolarla continuamente ed evitarne la sedimentazione. Il gas insufflato, gorgogliando attraverso i fanghi ed emergendo alla sommità, aveva anche l'effetto, noto all'esperto nel ramo, di disaggregare continuamente le particelle fibrose in galleggiamento, prevenendone la coesione mutua, che altrimenti formerebbe progressivamente un cappellaccio.

L'eccesso di biogas veniva conservato nel gasometro 26 e serviva a mantenere una pressione stazionaria nel biodigestore. A gasometro pieno, un interruttore di fine-corsa (non illustrato) apriva automaticamente una valvola di scarico del gas verso il conta-litri 28.

Vennero condotte numerose prove di biodigestione, sia secondo il processo tradizionale con Forsu pulperizzata, sia con Forsu presso-estrusa e gelificata secondo il processo dell'invenzione. All'inizio di ogni test, il primo carico di Forsu pre-trattata veniva inoculato mediante aggiunta di un inoculo costituito da liquami bovini diluiti fino a ottenere una concentrazione di sostanza organica pari al 3% in peso. Successivamente la Forsu pre-trattata veniva alimentata in porzioni giornaliere tali da avere tempi di residenza di 25 giorni, con una durata complessiva del test di circa 50 giorni. Il biogas prodotto veniva misurato nel

contalitri 28, e il digestato scaricato veniva man mano pesato. In tutte le prove, il biodigestore veniva mantenuto costantemente alla temperatura di 40°C, mediante la suddetta serpentina riscaldata, controllata da sonda termometrica.

Vennero condotti sei test con processo convenzionale per i quali la frazione organica (Forsu) venne tritata e miscelata in un sistema di pulperizzazione a martelli noto di per sé, diluendo con acqua in misure differenti per le varie prove, in modo da avere solidi (ST) pari al 4%, all'8%, e rispettivamente al 10% in peso sul totale.

Dai dati misurati nei vari test si ricavò il tasso di riduzione percentuale dei solidi totali (RS%), e da questo valore, riferito al volume di biogas ricavato e al peso del digestato man mano scaricato, si poté calcolare il tasso di riduzione dei solidi volatili (RV%). Quest'ultimo valore dà una misura del grado di conversione dei solidi volatili in biogas, e costituisce quindi una misura dell'efficacia del processo: infatti, più è grande la riduzione dei solidi volatili, migliore è il rendimento di conversione in biogas, e quindi più alta è la quantità di gas prodotto a parità di volume del biodigestore, e più piccola è la quantità di digestato solido residuo che si dovrà smaltire.

I risultati dei sei test sono riportati nella seguente tabella I, e sono rappresentati nel grafico della Fig. 3.

TABELLA I (Forsu pulperizzata convenzionale)

Pilota	Diluiz. %	RV%
1	4	43
2	4	50
1	8	41
2	8	39
1	10	42
2	10	38

Si vede che il valore di RV% realizzato nei vari test con Forsu pulperizzata è compreso circa fra 40% e 50%, in linea con i dati ricavabili in generale dalla letteratura.

Altri sei test vennero eseguiti sugli stessi due impianti piloti e nelle stesse condizioni, ma con alimentazione di Forsu gelificata come descritto sopra con riferimento alla Fig. 1. La Forsu era stata estrusa attraverso una griglia a fori sottili con sezione di 10 mm, sotto pressione di 50 bar, e si presentava in forma di gel di consistenza pastosa simile a marmellata. In questo caso la Forsu gelificata

venne diluita con acqua in modo da avere solidi totali (ST) pari al 4%, all'8% e al 10% in peso in tre coppie di test successive. Anche per questi test, i tempi di residenza dei solidi vennero mantenuti a 25 giorni, a temperatura di 40°C. Il biogas prodotto veniva misurato nel contalitri 28, e il digestato scaricato veniva man mano pesato.

I risultati di questi test sono riportati nella seguente tabella II, e sono rappresentati nel grafico della Fig. 4.

TABELLA II (Forsu presso-estrusa gelificata)

Pilota	Diluiz. %	RV%
1	4	67
2	4	65
1	8	77
2	8	67
1	10	75
2	10	73

In questo caso il valore di RV% ottenuto nei vari test eseguiti con Forsu gelificata, secondo gli insegnamenti dell'invenzione è risultato compreso fra il 65% e 75%, mediamente superiore di almeno 20-25 punti percentuali.

Si osserva anche che il processo secondo la tecnica convenzionale ha la massima efficienza alla diluizione del 4%, e si riduce salendo all'8% e ancor più al 10%, presumibilmente perché si richiede la maggior diluizione possibile per facilitare il mescolamento. Viceversa, l'uso della Forsu gelificata secondo l'invenzione non solo tollera una minor diluizione, ma addirittura raggiunge la miglior resa con diluizione del 10%.

Dalle tabelle e dai grafici si constata quindi che il processo dell'invenzione presenta vantaggi sotto diversi aspetti. Dal punto di vista economico, esso permette una maggior produzione di biogas, riducendo al tempo stesso la quantità di solidi neutralizzati e quindi il loro costo di smaltimento. Ciò ha per conseguenza anche una miglior tutela dell'ambiente, perché maggiore è il consumo di biogas, minore sarà quello di combustibile fossile.

Benché nelle prove eseguite si sia impiegata acqua come fluido di diluizione sia nei test con pre-trattamento convenzionale che in quelli con pre-trattamento secondo l'invenzione, apparirà evidente che possono essere impiegati anche liquidi affini quali siero caseario, acque reflue e altri liquidi simili come apparirà ovvio all'esperto nel ramo.

"Processo di produzione di gas combustibile da rifiuti solidi urbani"

a nome: **VM Press s.r.l.**, di nazionalità Italiana, con sede a Ovada.

Rivendicazioni

1. Processo di produzione di gas combustibile a partire dalla frazione organica di rifiuti urbani, in cui detta frazione organica viene sottoposta a fermentazione anaerobica in un biodigestore, caratterizzato dal fatto che detta frazione organica viene caricata nel biodigestore dopo estrusione attraverso una griglia a fori sottili sotto pressione elevata superiore alla pressione di scoppio delle cellule, in modo che la maggior parte delle membrane cellulari presenti nella frazione organica vengano disgregate e venga prodotto un gel di consistenza pastosa.

2. Processo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la pressione di estrusione di detta frazione organica è di almeno 50 bar.

3. Processo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la pressione di estrusione di detta frazione organica è di almeno 100 bar.

4. Processo secondo una delle rivendicazioni 1-3, caratterizzato dal fatto che il diametro medio di detti fori sottili è inferiore a 12 mm.

5. Processo secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che il diametro medio di detti fori sottili è inferiore a 10 mm.

6. Processo secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che il diametro medio di detti fori sottili è circa 8 mm.

7. Processo secondo una delle rivendicazioni 1-6, caratterizzato dal fatto che detto gel viene diluito con un fluido acquoso prima di essere caricato nel biodigestore.

8. Processo secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che il gel viene diluito con detto fluido acquoso nella misura di almeno 8% in peso di gel sul totale.

9. Processo secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che il gel viene diluito con detto fluido acquoso nella misura di circa 10% in peso di gel sul totale.

"A process for the production of fuel gas from solid urban waste"
to: **VM Press s.r.l.**, of Italian nationality, at Ovada.

Claims

1. A process for the production of fuel gas from the organic fraction of urban waste, whereby said organic fraction is subjected to anaerobic fermentation in a biodigester, characterized in that said organic fraction is loaded into the biodigester after being extruded under high pressure through a grid of small-bore holes, the pressure being higher than the bursting pressure of the cells, whereby most of the cellular membranes existing in the organic fraction are disrupted and a gel of a doughy consistency is produced.
2. The process of claim 1, characterized in that said pressure of extrusion of said organic fraction is at least 50 bar.
3. The process of claim 2, characterized in that said pressure of extrusion of said organic fraction is at least 100 bar.
4. The process of any of claims 1 to 3, characterized in that the average diameter of said small-bore holes is smaller than 12 mm.
5. The process of claim 4, characterized in that the average diameter of said small-bore holes is smaller than 10 mm.
6. The process of claim 5, characterized in that the average diameter of said small-bore holes is about 8 mm.
7. The process of any of claims 1 to 6, characterized in that said gel is diluted with an aqueous fluid before being loaded into the biodigester.
8. The process of claim 7, characterized in that said gel is diluted with said aqueous fluid in an amount of at least 8% on the total weight.
9. The process of claim 8, characterized in that said gel is diluted with said aqueous fluid in an amount of about 10% on the total weight.

Fig. 1

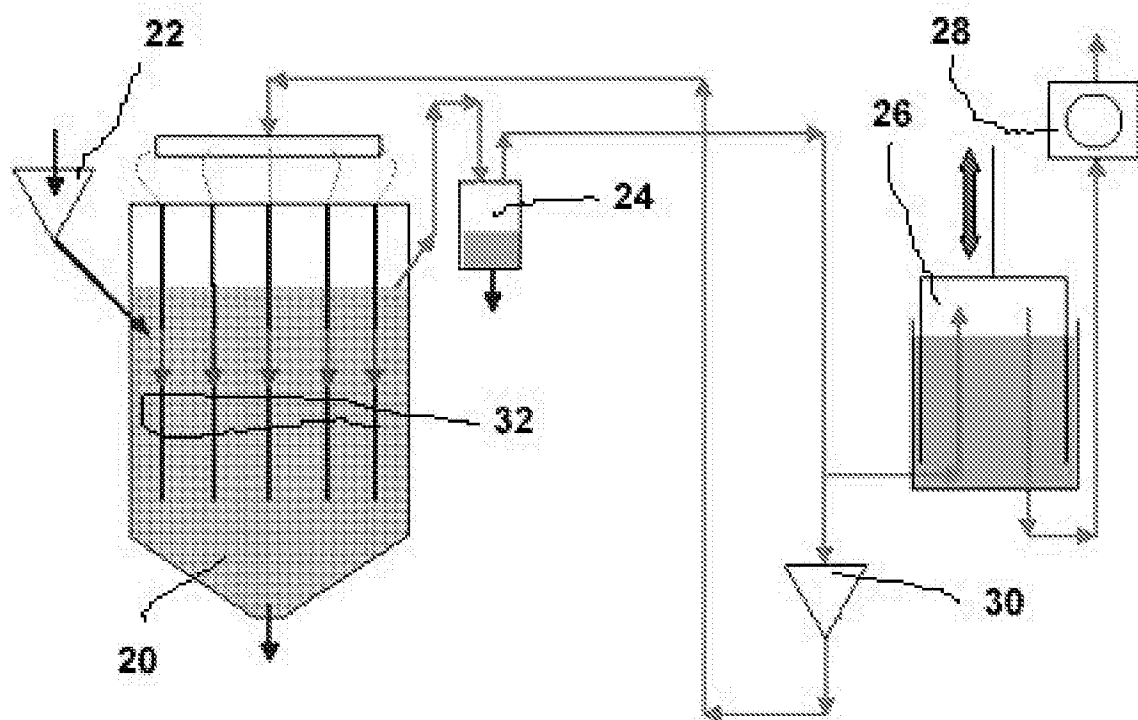
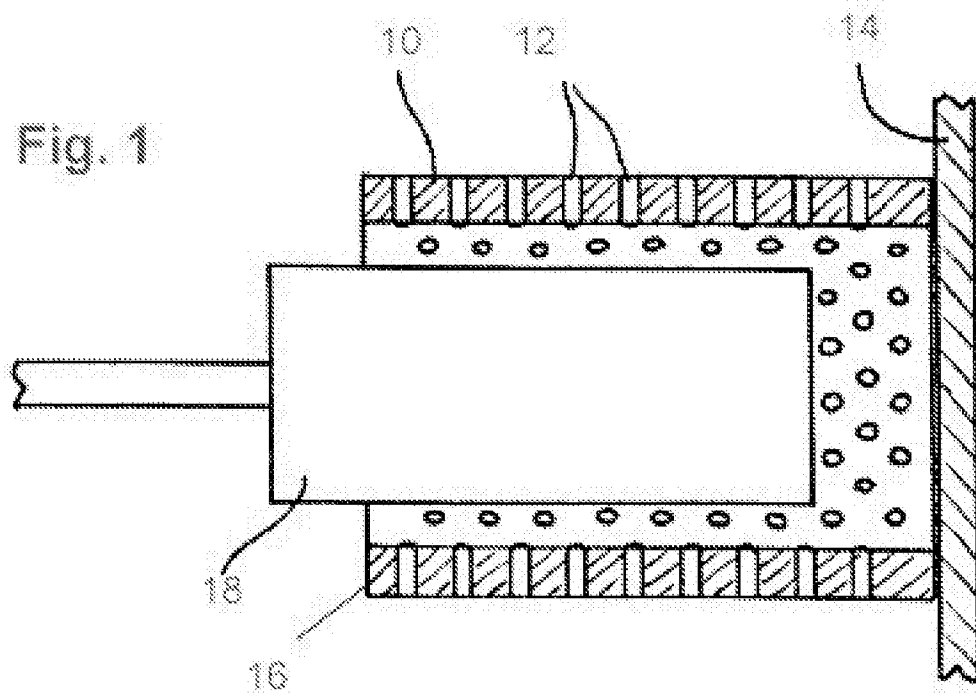


Fig. 2

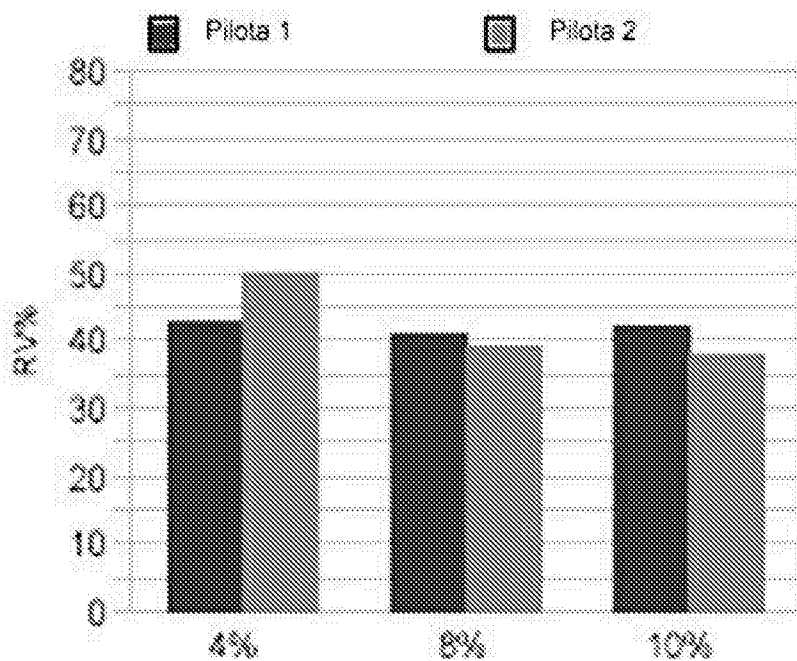


Fig. 3

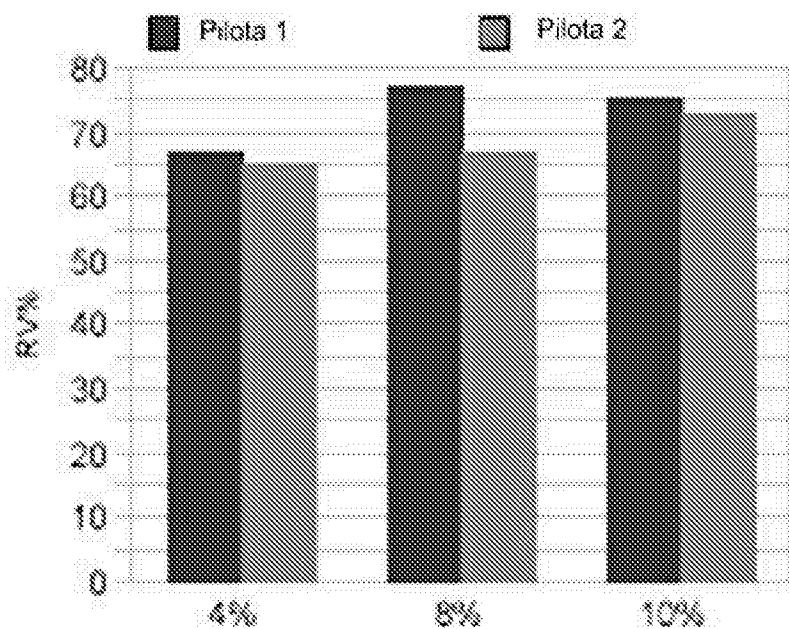


Fig. 4