



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101983900002238</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>04/01/1983</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>04/07/1984</b>

<b>Priorità</b>	336.607
<b>Nazione Priorità</b>	US
<b>Data Deposito Priorità</b>	04-JAN-82

**Titolo**

APPARECCHIO ROTATIVO DI LAVORAZIONE PER MATERIALI POLIMERI E PLASTICI

19008 A/83

Numero di serie: 336607

Esaminatore assistente: SIMONE

Classe 366 ; Sottoclasse 99 ; Gruppo 242 ;

Data di deposito: 4/1/82

Richiedenti: LEFTERIS N. VALSAMIS, W. HAVEN, CT; JAN-CHIN YANG, HUNTINGTON, CT;  
GARY S. DONOIAN, W. HAVEN, CT.

**Titolo dell'invenzione:** "APPARECCHIO ROTATIVO DI LAVORAZIONE PER MATERIALI  
POLIMERI E PLASTICI"

Inviare corrispondenza a: JOHN P. MORLEY  
USM CORP., 181 ELLIOTT ST.  
BEVERLY, MA. 01915

Principale procuratore:

La presente sta a certificare che l'allegata é una copia au-  
tentica dai registri dell'Ufficio Brevetti degli Stati Uniti  
della domanda come originariamente depositata e che é soprai-  
dentificata.

F.to R.L. HARVEY

Ufficiale Certificante

Data: 17 GENNAIO 1983

Timbro rotondo  
Ufficio Brevetti e Marchi degli Stati Uniti  
Stanza ricevimento posta  
4 Gennaio 1982

336607

## DOMANDA PER ATTESTATO DI BREVETTO DEGLI STATI UNITI

### DESCRIZIONE

A TUTTI COLORO A CUI PUO' INTERESSARE:

Si rende noto che noi Lefteris Nickolas Valsamis, Jan-Chin Yang e Gary Samuel Donoian, residenti rispettivamente a West Haven, Huntington e West Haven, tutti nello Stato del Connecticut, un cittadino degli Stati Uniti, un cittadino di Taiwan ed un cittadino degli Stati Uniti, abbiamo inventato certi perfezionamenti in un APPARECCHIO ROTATIVO DI LAVORAZIONE PER MATERIALI POLIMERI E PLASTICI" di cui la seguente descrizione in collegamento con gli allegati disegni è una relazione, numeri di riferimento segnati sui disegni indicando parti uguali nelle diverse figure.

### FONDAMENTO DELL'INVENZIONE

#### (1) Campo dell'invenzione

La presente invenzione riguarda apparecchi di lavorazione. Più precisamente la presente invenzione riguarda apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi particolarmente utili per lavorare materiali plastici e polimeri.

#### (2) Descrizione della tecnica precedente

Gli apparecchi di lavorazione rotanti sono noti nella tecnica. Dettagli relativi a tali apparecchi sono descritti nei brevetti U.S.A. 4.142.805, 4.194.841, 4.207.004, 4.213.709, 4.227.816, 4.255.059, 4.289.319 e 4.300.842, e nelle domande in corso di esame di proprietà della stessa titolare Nº di Serie 190465 depositata il 24 Settembre 1980 e Nº di Serie 971.332 depositata il 20 Dicembre 1978. Tutti i brevetti e le domande sopra citate vengono incorporati qui per riferimento.

Sono anche noti nella tecnica gli apparecchi rotativi di lavorazione a molti

stadi. Il brevetto U.S.A., N° 4.227.816 specificatamente riguarda un apparecchio di lavorazione rotativo avente due stadi in tre sezioni. Gli apparecchi di lavorazione rotativi del brevetto U.S.A. N° 4.227.816 comprendono un elemento ruotabile o rotore portante una pluralità di canali di lavorazione ed un elemento stazionario che fornisce una superficie di chiusura coassiale disposta in modo cooperativo con i canali per fornire passaggi di lavorazione racchiusi. Anche associati con l'elemento stazionario vi sono entrate, uscite ed organi di bloccaggio per ciascun passaggio e passaggi o scanalature di trasferimento del materiale formati nella superficie di chiusura dell'elemento stazionario ed atti a trasferire materiale da un passaggio (o passaggi) di uno stadio ad un passaggio (o passaggi) di un altro stadio. Come descritto nel brevetto U.S.A. N° 4.227.816, uno stadio di lavorazione comporta due sezioni principali o di alimentazione. Ciascuna sezione primaria o di alimentazione del primo stadio è disposta a ciascuna estremità del rotore ed esse sono separate una dall'altra da un secondo stadio di lavorazione atto a ricevere il materiale da ciascuna sezione del primo stadio.

Il brevetto U.S.A. N° 4.213.709 riguarda anche un apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi che fornisce due stadi di lavorazione includenti un primo passaggio di lavorazione primario interconnesso ad un ulteriore passaggio di lavorazione. L'apparecchio di lavorazione preferito comporta due passaggi di lavorazione primari, ciascuno disposto a ciascuna estremità del rotore con i passaggi di lavorazione primari separati da due ulteriori passaggi di lavorazione atti a ricevere materiale dai passaggi di lavorazione primari. Negli apparecchi descritti nei brevetti U.S.A. 4.213.709 e 4.227.816 i passaggi atti a ricevere il materiale dai passaggi di un altro stadio sono di geometria prescelta ri-

spetto alla geometria dei passaggi da cui il materiale viene ricevuto. Essenzialmente la geometria viene scelta per dotare il passaggio di ricevimento del materiale con la capacità di lavorare e scaricare materiale ad un regime di volume che è inferiore al regime di volume con cui il materiale viene ricevuto dal passaggio. Tali geometrie assicurano il completo riempimento dei passaggi di ricevimento e di conseguenza forniscono un regime uniforme di scarico ed una pressione uniforme di scarico per il materiale lavorato nel passaggio di ricevimento del materiale.

Si sono tuttavia sviluppate serie complicazioni negli apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi aventi passaggi di ricevimento del materiale in cui è necessaria una geometria differente per dei passaggi che ricevono materiale da un passaggio o passaggi di un altro stadio. Per esempio certi processi polimeri richiedono la geometria di passaggio che fornisce al passaggio la capacità di lavorare e scaricare materiale ad un regime in volume maggiore del regime con cui il materiale viene ricevuto dal passaggio. Questa varianza o mancanza di accoppiamento tra il regime con cui il passaggio riceve il materiale e la capacità di regime di volume del passaggio a lavorare e scaricare il materiale può provocare grandi fluttuazioni di pressione, flusso e temperatura nei passaggi di lavorazione particolarmente allo scarico dell'apparecchio rotativo.

La presente invenzione è diretta ad apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi aventi una progettazione originale perfezionata che fornisce speciali vantaggi in termini di efficacia, qualità di prodotto e caratteristiche complessive di prestazioni di lavorazione..

#### BREVE SOMMARIO DELL'INVENZIONE

Gli originali apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione comprendono un elemento ruotabile portante una pluralità di canali

anulari ed un elemento stazionario che fornisce una superficie di chiusura coassiale operativamente disposta con i canali in modo da fornire passaggi di lavorazione racchiusi. I passaggi di lavorazione così formati sono atti a fornire una pluralità di stadi di lavorazione interconnessi che includono un primo stadio di lavorazione ed un secondo stadio di lavorazione avente sezioni interne ed esterne separate da un terzo stadio di lavorazione. Ciascuno stadio di lavorazione include almeno un passaggio avente mezzi di entrata, mezzi di uscita ed un organo di bloccaggio di canale associato con l'elemento stazionario e disposto ed adattato in modo tale che il materiale alimentato alla entrata può essere portato avanti dalle pareti di canale ruotabili fino allo organo di bloccaggio per lo scarico dal passaggio.

Scanalature di trasferimento del materiale sono formate nella superficie coassiali dell'elemento stazionario per fornire mezzi per trasferire il materiale tra gli stadi di lavorazione. Una scanalatura di trasferimento del materiale è disposta e adattata a trasferire materiale dai passaggi di lavorazione dei primo stadio di lavorazione ad un passaggio di lavorazione della sezione interna del secondo stadio di lavorazione. Un'altra scanalatura di trasferimento del materiale è disposta per trasferire il materiale da un passaggio di lavorazione della sezione interna da un passaggio di lavorazione della sezione esterna del secondo stadio di lavorazione. Infine un'altra scanalatura di trasferimento del materiale è disposta ed adattata a trasferire materiale da un passaggio di lavorazione della sezione esterna ad un passaggio di lavorazione del terzo stadio di lavorazione. Il materiale trasferito ad un passaggio di lavorazione del terzo stadio di lavorazione può essere trasferito ad un altro passaggio di lavorazione del terzo stadio di lavorazione o scaricato direttamente dall'apparecchio.

Dettagli relativi all'originale apparecchio rotativo di lavorazione a molti passaggi della presente invenzione nonché sui vantaggi derivanti da tali apparecchi verranno più completamente apprezzati dalla descrizione dettagliata delle forme di realizzazione preferite presa assieme con i disegni.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI  
L'invenzione verrà descritta in relazione con i disegni annessi in cui:

la Fig. 1 è una vista in sezione trasversale di un apparecchio rotativo di lavorazione a molti stadi della presente invenzione mostrante una disposizione di passaggi di lavorazione che forniscono primi, secondi e terzi stadi di lavorazione.

La Fig. 2 è una vista prospettica di un apparecchio rotativo di lavorazione della presente invenzione che è parzialmente in sezione e con parti asportate.

La Fig. 3 è una vista semplificata in sezione trasversale dell'apparecchio rotativo di lavorazione illustrato in Fig. 2 ed eseguita lungo la linea 3-3 della Fig. 2.

La Fig. 4 è una vista semplificata in sezione trasversale di un passaggio di lavorazione di primo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 4-4 della Fig. 1.

La Fig. 5 è una vista semplificata in sezione trasversale di un passaggio di lavorazione di secondo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 5-5 della Fig. 1.

La Fig. 6 è una vista schematica semplificata del collegamento reciproco dei passaggi di lavorazione degli apparecchi rotativi di lavorazione della presente invenzione per mezzo di una scanalatura di trasferimento del materiale con le frecce che indicano la direzione di flusso del materiale da un passaggio di lavorazione all'altro.

La Fig. 7 è una vista semplificata in sezione trasversale di un altro passaggio di lavorazione di secondo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 7-7 della Fig. 1.

La Fig. 8 è una vista semplificata in sezione trasversale di ancora un altro passaggio di lavorazione di secondo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 8-8 della Fig. 1.

La Fig. 9 è una vista semplificata in sezione trasversale di un passaggio di lavorazione di terzo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 9-9 della Fig. 1.

La Fig. 10 è un tracciato dei dati grafici registrati durante il funzionamento di un apparecchio rotativo di lavorazione della Fig. 1.

Le Figg. 11 e 12 sono viste semplificate in sezione trasversale di passaggi di lavorazione di secondo stadio sostanzialmente identici ai passaggi rispettivamente delle Figg. 5 e 7, ma aventi ulteriori elementi di lavorazione disposti nei passaggi.

La Fig. 13 è una vista dall'alto in sezione trasversale del passaggio della Fig. 12 mostrante la lavorazione del materiale che si muove attraverso il passaggio.

La Fig. 14 è una vista semplificata in sezione trasversale di un passaggio di lavorazione di secondo stadio sostanzialmente identico al passaggio di lavorazione della Fig. 8, ma avente ulteriori elementi di lavorazione disposti nel passaggio.

#### DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLA FORMA DI REALIZZAZIONE PREFERITA

Riferendosi dapprima alla Fig. 1, gli originali apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione includono un elemento ruotabile comprendente un rotore 12 montato su un albero di comando 14 per la rotazione entro un elemento stazionario comprendente una carcassa 16. Il rotore 12 porta

una pluralità di canali di lavorazione 21, 23? 25, 27, 29, 31, 33 e 35 ciascuno avente pareti laterali opposte che si estendono verso l'interno dalla superficie di rotore 20. Mezzi per ruotare il rotore 12 sono mostrati con m poiché tali mezzi sono di qualsiasi tipo opportuno comunemente usato per far ruotare estrusori o simili apparecchi di lavorazione di materiali polimeri e sono ben noti alle persone esperte nella tecnica. La carcassa 16 dell'elemento stazionario fornisce una superficie di chiusura coassiale 38 disposta in modo cooperativo con la superficie 20 del rotore 12 per formare con i canali 21, 22, 23, 25, 27, 29, 31, 33 e 35 passaggi di lavorazione racchiusi rispettivamente 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34 e 36.

Come mostrato in Fig. 1, i passaggi di lavorazione sono disposti e progettati in modo da fornire una pluralità di stadi di lavorazione. I passaggi di lavorazione 22, 24, 26 e 28 forniscono il primo stadio. Il secondo stadio include sezioni interna ed esterna con passaggi 30 e 32 che forniscono la sezione interna mentre il passaggio 36 fornisce la sezione esterna. Il terzo stadio è fornito dal passaggio 34 ed il terzo stadio è posizionato tra le sezioni interna ed esterna del secondo stadio e le separa. Come verrà spiegato in dettaglio appresso, gli stadi sono interconnessi da scanalature di trasferimento del materiale formate nella superficie 38 e disposte in modo tale che il materiale lavorato in uno stadio può essere trasferito ad un altro.

Apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione possono fornire una varietà di combinazioni di stadi di lavorazione. Normalmente il primo stadio comporta un'operazione di plastificazione atta a fondere, ramollire o altrimenti aumentare la fluibilità del materiale alimentato all'apparecchio. Il secondo stadio effettua un'operazione di composizione che può com-

portare il mescolamento, l'omogeneizzazione o la devolatilizzazione del materiale lavorato nel primo stadio o l'aggiunta di ingredienti al materiale lavorato dal primo stadio o la rimozione di ingredienti da esso. Al terzo stadio si assegna normalmente una funzione di pressurizzazione o pompaggio per scaricare dall'apparecchio il materiale lavorato nel secondo stadio. Per scopi illustrativi l'apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi descritto appresso include un primo stadio per sondere, od almeno parzialmente sondere materiale polimero, un secondo stadio per mescolare il materiale polimero lavorato nel primo stadio ed un terzo stadio per scaricare un materiale lavorato nel primo e nel secondo stadio dall'apparecchio di lavorazione. Un tipo di stadio di lavorazione di fusione particolarmente adatto per apparecchi di lavorazione rotativi viene descritto e rivelato nella domanda di brevetto in corso di esame di proprietà comune, N° di serie (F2045) depositata concomitantemente alla presente domanda da Z. Tadmor e L.N. Valsamis.

Riferendosi ora alla Fig. 2 e 4, materiale come materiale polimero plastificato o non plastificato, viene opportunamente alimentato all'apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi da una tramoggia 40 comunicante con l'entrata 42. Come mostrato nelle Figg. 2 e 4, la superficie coassiale 38 della carcassa 16 è cilindrica sulla maggior parte della sua estensione, ma è preferibilmente dotata di ritagli 44 che si estendono sulle parti dei canali 21, 23, 25, 27 e sull'entrata adiacente 42. I ritagli 44 hanno una larghezza tale che le loro pareti laterali 46 si estendono in fuori sopra le parti cilindriche 20 del rotore 12 per formare camere di ammissione atte ad aiutare l'alimentazione dei solidi polimeri in ciascun passaggio del primo stadio.

Nel funzionamento il materiale viene fornito per gravità od attraverso l'uso di alimentatori forzati all'apparecchio di lavorazione attraverso l'entrata 42 e viene spinto dai ritagli 44 nei canali 21, 23, 25, 27. La situazione viene mostrata nelle Figg. 2 e 4. La Fig. 2 illustra una sezione di rotore 12 portante canali 21, 23, 25 e 27 dei passaggi di lavorazione di primo stadio ed il canale

29 del primo passaggio della sezione interna del secondo stadio. La Fig. 4 illustra il passaggio 28 del primo stadio formato con il canale 27 che ha le stesse dimensioni e disposizione degli elementi strutturali degli altri passaggi di primo stadio 22, 24 e 26. Ciascun passaggio di lavorazione del primo stadio comporta un organo di bloccaggio di canale 48 disposto vicino alla scanalatura 50 di trasferimento del materiale di primo stadio che è disposta per comunicare con ciascun passaggio di primo stadio. La scanalatura di trasferimento 50 è preferibilmente distanziata dall'entrata 42 per una parte principale della distanza circonferenziale attorno al passaggio di lavorazione.

Come mostrato (Figg. 2 e 3) ciascun organo di bloccaggio 48 fornisce una superficie di parete di testa 52 di raccolta e bloccaggio del materiale per ciascun passaggio del primo stadio. Di conseguenza nel funzionamento il movimento del corpo principale di materiale alimentato a ciascun passaggio di primo stadio viene bloccato e si stabilisce il movimento reciproco tra le pareti di canale in movimento ed il materiale bloccato. Il movimento reciproco così stabilito genera calore d'attrito in corrispondenza della parete in movimento ed entro il corpo del materiale. Inoltre le pareti di canale dei passaggi di lavorazione di primo stadio, e preferibilmente tutte le pareti di canale dell'apparecchio, sono normalmente riscaldate per esempio mediante un fluido di trasferimento di calore fornito in maniere note alle camere 6 (Fig. 1). Dettagli relativi ad opportuni mezzi di riscaldamento possono essere ritrovati nei brevetti USA citati come riferimento 4.142.805 e 4.194.841.

Normalmente l'azione delle pareti di canale nello spingere il materiale in avanti accumula pressione progressivamente attorno al passaggio e la pressione massima in ciascuno dei passaggi di lavorazione di primo stadio viene general-

mente raggiunta in corrispondenza della superficie 52 dell'organo di bloccaggio 48. La superficie 52 di ciascun passaggio di lavorazione di primo stadio è sagomata dimensionata od altrimenti atta a raccogliere il materiale per lo scarico dal passaggio.

Il materiale lavorato nel primo stadio viene scaricato da ciascun passaggio attraverso la scanalatura di trasferimento del materiale 50 (Figg. 2 e 3). La scanalatura di trasferimento 50 è formata nella superficie coassiale 38 adiacente alla superficie 52 dell'organo di bloccaggio 48 ed a monte di essa. La scanalatura di trasferimento 50 si estende parallela all'asse del rotore 12 con l'estremità aperta della scanalatura 50 disposta in modo da ricevere il materiale lavorato raccolto in corrispondenza della superficie 52 di ciascun passaggio e convogliare il materiale ricevuto sulle superfici 20 tra i passaggi di primo stadio per lo scarico al passaggio 30 di lavorazione di secondo stadio. Come mostrato nelle Figg. 2 e 3 la parte terminale più esterna della scanalatura 50 fornisce un'entrata per il passaggio 30.

Il primo stadio illustrato nella Fig. 1 ha quattro passaggi di lavorazione sostanzialmente di sagoma e dimensione identiche. Più o meno passaggi possono essere usati e si possono anche usare passaggi di primo stadio differenti in sagoma, dimensione e geometria dagli altri passaggi di primo stadio.

Il secondo stadio di lavorazione degli apparecchi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione include sezioni interna ed esterna separate da almeno un passaggio di lavorazione del terzo stadio. Come mostrato in Fig. 1, i passaggi 30 e 32 forniscono la sezione interna del secondo stadio mentre il passaggio 36 fornisce la sezione esterna. Come mostrato nelle Figg. 2, 3 e 4 il materiale dai passaggi di lavorazione del primo stadio viene scaricato al primo passaggio 30

della sezione interna attraverso la scanalatura di trasferimento 50.

Come menzionato, i passaggi di lavorazione di secondo stadio sono progettati per effettuare operazioni di composizione sul materiale lavorato nel primo stadio. Nell'apparecchio di lavorazione illustrato il secondo stadio è progettato per mescolare efficacemente materiale fuso o parzialmente fuso fornito dal primo stadio. Un passaggio di lavorazione che abbia assegnata la funzione di fornire un mescolamento efficiente di materiale viscoso richiede una geometria differenti dalla geometria dei passaggi dei passaggi di fusione di polimero di primo stadio. Come mostrato per esempio in Fig. 1, i passaggi della sezione interna di secondo stadio hanno lati paralleli e sono più larghi dei passaggi del primo stadio. Questa differenza nella geometria stabilisce una varianza tra il regime con cui il materiale lavorato nel primo stadio viene fornito al passaggio di secondo stadio e la capacità del passaggio di secondo stadio. Come menzionato la varianza presenta il potenziale per severe fluttuazioni in temperatura, flusso e pressione nei passaggi di lavorazione e particolarmente in corrispondenza della regione di scarico dell'apparecchio.

L'effetto di questa varianza può essere meglio apprezzato illustrando le differenze che possono esistere tra il regime di alimentazione del materiale lavorato nel primo stadio e la capacità di lavorazione e scarico di un passaggio di secondo stadio avente una geometria prescelta per fornire un mescolamento efficace. Come menzionato, un apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi illustrativo della presente invenzione può includere un primo stadio avente quattro passaggi funzionanti in parallelo atti a fornire per esempio un volume totale di lavorazione di primo stadio di circa 4916,1 cm<sup>3</sup>. Tali apparecchi di lavorazione possono essere fatti funzionare alla velocità che varia tra 50 e

150 giri al minuto. In tali condizioni il regime di alimentazione di materiale fuso al passaggio di secondo stadio può variare tra 181,44 kg/ora e 1134 kg/ora a seconda delle velocità della parete di canale e delle proprietà del polimero. Tuttavia è necessario un passaggio di mescolamento di secondo stadio relativamente largo per mescolare efficacemente ed un passaggio di mescolamento di secondo stadio scelto per un efficiente mescolamento può fornire una geometria atta a lavorare e scaricare materiale ad un regime tra 3402 kg/ora e 10206 kg/ora a velocità tra 50 e 150 giri al minuto. Gli apparecchi di lavorazione rotativi della presente invenzione sono atti a permettere l'uso efficace di passaggi che presentano questa varianza tra i regimi di alimentazione e quelli di lavorazione o di scarico. Ulteriori dettagli relativi alla varianza discussa sopra possono essere ritorvati nella domanda di brevetto USA in corso di esame di proprietà comune (F1952) depositata nello stesso giorno di questa domanda da L.N. Valsamis e G. Donoian.

Riferendosi di nuovo alle Figg. 1 e 2 e 3, il materiale lavorato nel primo stadio viene trasferito per mezzo della scanalatura 50 al primo passaggio 30 della sezione interna del secondo stadio. Negli apparecchi di lavorazione rotativi della presente invenzione, il materiale lavorato nel primo stadio viene efficacemente mescolato nel passaggio 30 mediante il movimento reciproco stabilito tra il materiale bloccato dall'organo di bloccaggio 54 (Fig. 5) e le pareti di canale in movimento del passaggio 30 che spingono o portano il materiale in avanti alla superficie della parete di testa 56 di raccolta e bloccaggio del materiale. Negli apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione gli organi di bloccaggio dei passaggi di lavorazione della sezione interna (organi 54 e 60 delle Figg. 5 e 7) sono disposti a circa 180° dalla posizione circonferenziale degli organi di bloccaggio 48 e del passaggio di primo stadio. Di conseguenza nel primo passaggio 30 della sezione interna, il materiale viaggia per circa mezzo giro attraverso il passaggio prima di raggiungere l'organo di bloccaggio 54. Il materiale

bloccato è raccolto alla superficie 56 dell'organo 54 e viene scaricato dal passaggio 30 attraverso la scanalatura di trasferimento 58 del materiale di sezione interna.

La scanalatura di trasferimento 58 viene mostrata in Fig. 6 che è una rappresentazione idealizzata e semplificata con le frecce che indicano una direzione di flusso nelle scanalature di trasferimento del materiale rispetto agli organi di bloccaggio disposti nei passaggi delle sezioni interna ed esterna del secondo stadio e ad un organo di bloccaggio disposto nel passaggio di terzo stadio.

Come mostrato la scanalatura di trasferimento 58 è formata nella superficie coassiale 38 ed è progettata, disposta ed adattata a ricevere materiale raccolto in corrispondenza della superficie 56 e trasferire il materiale raccolto sopra la superficie 20 tra il passaggio 30 e 32 dello stadio interno. Essenzialmente l'estremità aperta della scanalatura di trasferimento 58 può come mostrato estendersi parallelamente all'asse del rotore 12 nella regione del passaggio 30 a monte della superficie 56 e quindi estendersi trasversalmente all'asse del rotore 12 attraverso la superficie 20 e quindi estendersi parallelamente all'asse del rotore 12 nella regione del passaggio 32 a valle dell'organo di bloccaggio 60. Quando così disposta, la scanalatura di trasferimento 58 fornisce un'uscita per il materiale di scarico dal primo passaggio 30 dello stadio interno ed un'entrata per alimentare materiale al secondo passaggio 32 della sezione interna.

Negli apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione, una spina 55 può essere disposta come mostrato nel canale 29 a valle della superficie 56 del passaggio 30. La spina 55 è associata con la carcassa 16 ed è progettata ed adattata per l'allungamento regolabile nel canale 29 da una posizione completamente aperta ad una posizione completamente chiusa. Nella posizione com-

pletamente aperta, nessuna parte della spina 55 si estende nel canale 29.

Nella posizione completamente chiusa, la spina 55 si estende radialmente nel canale 29 per bloccare qualsiasi movimento sostanziale di materiale nella parte estendentesi trasversalmente della scanalatura di trasferimento 58. La spina 55 fornisce un messo efficace per regolare e controllare selettivamente il regime di trasferimento di materiale attraverso la scanalatura 58 per fornire il grado desiderato di lavorazione nel passaggio e/o il regime desiderato di trasferimento di materiale da passaggio a passaggio. Come descritto nel brevetto U.S.A. citato in riferimento 4.227.816, la scanalatura di trasferimento 58 può essere formata in unità direttive di flusso toglibili che possono essere montate in fessure nella carcassa 16 atte a permettere la cooperazione della scanalatura di trasferimento con passaggi prescelti. La spina 55 e gli organi di bloccaggio 54 e 60 possono anche essere portati dall'unità direttrice di flusso toglibile.

Il materiale trasferito al secondo passaggio 32 della sezione interna viene ulteriormente mescolato dal movimento reciproco stabilito tra il materiale bloccato dall'organo di bloccaggio 60 (Fig. 7) e le pareti di canale in movimento del passaggio 32. Le pareti in movimento spingono o portano materiali in avanti per bloccare l'organo 60 per la raccolta in corrispondenza della superficie 62 e lo scarico attraverso la scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna 64.

La sezione interna del secondo stadio illustrata e descritta include due passaggi aventi sostanzialmente le stesse di mensioni sagoma e geometria. Questa disposizione illustrata e preferita dei passaggi di mescolamento della sezione interna può essere variata. Per esempio la sezione interna può comportare sol-

tanto uno o più di due passaggi e la sagoma, dimensioni e geometria dei passaggi possono essere uguali o differenti. Come illustrato, passaggi di sezione interna di secondo stadio preferiti sono quelli in cui il passaggio o passaggi che ricevono materiale lavorato nel primo stadio hanno una geometria che fornisce una capacità di lavorazione e di scarico che è maggiore del regime con cui il materiale viene fornito al passaggio. Tuttavia per certe operazioni di lavorazione di secondo stadio la geometria prescelta del passaggio di ricevimento di materiale di primo stadio può fornire una capacità che è uguale o inferiore al regime di alimentazione del materiale.

Riferendosi di nuovo alla Fig. 6, la scanalatura di trasferimento 64 è formata nella superficie coassiale 38 ed ha un'estremità aperta che si estende parallela all'asse del rotore 12 dalla regione del passaggio 32 a monte della superficie 62 e quindi trasversalmente all'asse del rotore 12 attraverso la superficie 20 tra i passaggi 32 e 34 e quindi parallela all'asse del rotore 12 attraverso il canale 33 del passaggio 34 e attraverso la superficie 20 tra i passaggi 34 e 36 verso la regione del passaggio 36 a valle dell'organodi bloccaggio 66. Di conseguenza il materiale proveniente dalla sezione interna del secondo stadio viene trasferito alla sezione esterna attraverso il canale 33 del passaggio di lavorazione di terzo stadio 34 che separa le sezioni interna ed esterna. Nel funzionamento il passaggio di terzo stadio 34 è attivo ad essere sufficientemente riempito e generare elevate pressioni in modo che la perdita di materiale dalla scanalatura di trasferimento 64 verso il canale 33 è minima. Come mostrato, la spina regolabile 63 può essere disposta nel canale 31 per fornire mezzi per regolare e controllare selettivamente il regime di alimentazione di materiale alla scanalatura 64 nella stessa maniera come descritto prima per la spina 55.

Come mostrato in Fig. 8' materiale viene fornito al passaggio 36 di sezione di secondo stadio attraverso la scanalatura di trasferimento 64. Il materiale fornito viene spinto avanti dalle pareti di canale del passaggio 36 all'organo di bloccaggio 66 per la raccolta in corrispondenza della superficie 68 per lo scarico attraverso la scanalatura 70 di trasferimento del materiale della sezione esterna.

La sezione esterna di secondo stadio mostrata nelle Figg. 1 e 8 consiste in un passaggio, ma apparecchi rotativi di lavorazione secondo la presente invenzione possono includere quelli in cui sono presenti più di un passaggio. Come illustrato in Fig. 1, il passaggio di lavorazione della sezione esterna di secondo stadio differisce alquanto in dimensioni dai passaggi di lavorazione della sezione interna di secondo stadio. Nell'apparecchio di lavorazione illustrato, il canale di passaggio 35 è più stretto e la geometria è stata scelta per sviluppare una pressione sufficiente per fornire materiale al passaggio 34. Tuttavia il numero, forma e dimensioni dei passaggio o passaggi della sezione esterna possono essere uguali o diversi uno rispetto all'altro o rispetto ai passaggi della sezione interna.

Riferendosi di nuovo alla Fig. 6, il materiale lavorato nella sezione esterna di secondo stadio viene trasferito al passaggio di lavorazione del terzo stadio attraverso la scanalatura di trasferimento di materiale 70. La scanalatura di trasferimento 70 è formata nella superficie coassiale 38 ed ha un'estremità aperta che si estende parallelamente all'asse del rotore 12 attraverso la regione del passaggio 36 a monte della superficie 68, quindi si estende trasversalmente all'asse del rotore e quindi si estende parallelamente all'asse del rotore nella regione del passaggio 34 a valle dell'organo di bloccaggio 72. Il passaggio di

terzo stadio 34 (Fig. 1 è 9) è principalmente progettato per funzionare come stadio di pressurizzazione o pompaggio per il materiale fornito dalla sezione esterna del secondo stadio. Di conseguenza la geometria del passaggio viene scelta in modo da fornire un passaggio avente una capacità che rimane almeno parzialmente riempita in ogni momento durante il funzionamento e che è capace di generare elevate pressioni di scarico.

Come mostrato in Fig. 9, il materiale fornito al passaggio di lavorazione di terzo stadio viene spinto in avanti dalle pareti di canale del passaggio 34 verso l'organo di bloccaggio 72. Il materiale raccolto in corrispondenza della superficie 78 viene scaricato dall'apparecchio di lavorazione attraverso l'uscita 80. La pressione di scarico e la pressione sviluppata del passaggio 34 possono essere controllate o regolate mediante mezzi di controllo dello scarico (79 - Fig. 9) come una valvola di strozzamento o simile dispositivo disposto in comunicazione con l'uscita di scarico 80.

Le Figg. 1 e 9 mostrano una sezione di lavorazione di terzo stadio consistente in un passaggio, ma si possono usare più di un passaggio. I passaggi possono essere collegati in parallelo oppure in serie. Per esempio una pluralità di passaggi di lavorazione di terzo stadio può essere collegata reciprocamente in modo che il materiale può essere trasferito da un passaggio di lavorazione di terzo stadio ad un altro per lo scarico dall'apparecchio di lavorazione. Alternativamente una pluralità di passaggi di lavorazione di terzo stadio possono essere interconnessi in modo tale che il materiale viene alimentato a ciascun passaggio e scaricato dall'apparecchio di lavorazione da ciascun passaggio.

Gli apparecchi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione presentano apparecchi per la lavorazione di polimeri altamente efficaci che forniscono spe-

ciali vantaggi operativi è di progettazione. Un apparecchio di lavorazione a molti stadi come descritto ed illustrato presenta tali vantaggi come dimensione compatta, basso consumo di energia ed elevato potenziale di produzione per fondere, mescolare e scaricare efficacemente un prodotto fuso polimero di qualità uniformemente elevata ad un regime sostanzialmente costante e ad una pressione e temperature uniformi. Per esempio un apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi del tipo descritto con riferimento alle Figg. 1-9 è stato impiegato per lavorare una varietà di materiali polimeri. L'apparecchio include un rotore avente un diametro esterno di 35,56 cm che porta una disposizione di passaggi di lavorazione come mostrato nella Fig. 1 interconnessi da scanalature di trasferimento del materiale. Le scanalature di trasferimento del materiale sono formate nella superficie coassiale della carcassa stazionaria sostanzialmente nelle stesse disposizioni mostrate nelle Figg. 2 e 4 e nella Fig. 6.

I passaggi di primo stadio dell'apparecchio di lavorazione includono quattro canali a forma di cuneo come mostrato nelle Figg. 1, 2 e 4. Ciascun canale ha una larghezza massima di 2,54 cm, una larghezza minima di 1,65 cm ed un'altezza di 6,22 cm. Il passaggio di sezione interna di secondo stadio include due canali aventi lati paralleli con ciascuno avente una larghezza di 2,54 cm ed un'altezza di 6,22 cm. Il passaggio di sezione esterna di secondo stadio dell'apparecchio di lavorazione include un canale a forma di cuneo avente una larghezza massima di 1,27 cm, una larghezza minima di 0,83 cm ed un'altezza di 6,22 cm. Il passaggio di lavorazione di terzo stadio include un canale a forma di cuneo avente una larghezza massima di 0,64 cm, una larghezza minima di 0,41 cm ed un'altezza di 6,22 cm.

In una tipica operazione di lavorazione, polietilene ad alta densità viene

alimentato al primo stadio dell'apparecchio di lavorazione riscaldato ad un regime di 286 kg/ora. Il rotore dell'apparecchio di lavorazione viene fatto ruotare ad una velocità di 50 giri al minuto. Una valvola disposta con l'uscita del passaggio di terzo stadio viene regolata per fornire una pressione di scarico di 52,73 kg/cm<sup>2</sup>. Durante circa i primi cinque minuti di funzionamento, si notano severe fluttuazioni nella pressione di scarico. Sono state registrate durante questo periodo pressioni variabili da circa 3,52 kg/cm<sup>2</sup> a circa 70,30 kg/cm<sup>2</sup>. Dopo circa 5 minuti di funzionamento tuttavia la pressione di scarico raggiunge uno stato sostanzialmente stazionario e si stabilizza a circa 52,73 kg/cm<sup>2</sup>. L'apparecchio di lavorazione viene fatto funzionare per circa cinque minuti alla pressione stabilizzata di circa 52,73 kg/cm<sup>2</sup>. La valvola viene quindi regolata per fornire una pressione di scarico di circa 126,54 kg/cm<sup>2</sup>. In un periodo da circa quattro a cinque minuti, la pressione di scarico si accumula da 52,73 kg/cm<sup>2</sup> fino a circa 126,54 kg/cm<sup>2</sup> e il funzionamento viene continuato per circa cinque minuti ad una pressione di scarico sostanzialmente costante di 126,54 kg/cm<sup>2</sup>. Durante questo periodo la temperatura del materiale fuso scaricato si stabilizza a circa 160°C. La valvola viene di nuovo regolata per fornire una pressione di scarico di circa 148 kg/cm<sup>2</sup>. Entro un periodo di circa due minuti, la pressione di scarico si stabilizza a circa 151,15 kg/cm<sup>2</sup> e rimane sostanzialmente costante durante tutto il funzionamento.

La Fig. 10 illustra drammaticamente il raggiungimento della pressione di scarico sostanzialmente costante nell'apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi descritto sopra. La Fig. 10 è un tracciato di dati effettivi riportati da un registratore a striscia di carta per la pressione di scarico e la pressione del passaggio esterno registrati durante il funzionamento dell'apparecchio di

lavorazione. La parte della linea di registrazione superiore a destra della linea verticale comprende il periodo di funzionamento durante il quale la pressione di scarico sale da 126,54 kg/cm<sup>2</sup> a circa 148 kg/cm<sup>2</sup>. La parte della linea di registrazione a sinistra della linea verticale superiore illustra la pressione di scarico sostanzialmente costante così raggiunta. Come mostrato dalla linea di registrazione inferiore, le fluttuazioni di pressione vengono continuamente registrate per le pressioni sviluppate nel passaggio esterno. Queste fluttuazioni possono essere provocate da perdita di materiale dal passaggio di scarico ad alta pressione verso il passaggio esterno. Malgrado queste fluttuazioni tuttavia il materiale viene continuamente scaricato attraverso tutto il funzionamento ad un regime di scarico sostanzialmente costante di 286 kg/ora, ad una pressione di scarico sostanzialmente costante di 148 Kg/cm<sup>2</sup> e ad una temperatura sostanzialmente costante di 160°C. Il prodotto fuso di scarico è di qualità eccellente ed uniforme, estremamente pulito ed essenzialmente privo di bolle.

Inoltre a fornire una capacità particolarmente efficace per lavorare materiale ad un regime di scarico costante ed a temperatura e pressioni uniformi, la progettazione degli apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione fornisce vantaggi speciali nel minimizzare la perdita esterna dall'apparecchio. Normalmente guarnizioni di tenuta del tipo descritto nel brevetto U.S.A. 4.300.842 vengono impiegate per controllare la perdita esterna. Tali guarnizioni di tenuta sono disposte sulla superficie 20 vicino a ciascuna estremità del rotore 12 per controllare la perdita di materiale dall'apparecchio attraverso l'interstizio tra le superfici di testa di rotore 20 e la superficie 38. Apparecchi di lavorazione a molti stadi preferiti della presente invenzione

includono tali mezzi di tenuta per controllare la perdita esterna. Inoltre tali mezzi di tenuta possono essere disposti sulle superfici 20 tra passaggi di lavorazione per controllare la perdita interna da un passaggio ad un altro attraverso l'interstizio tra le superfici 20 e 38. Gli apparecchi di lavorazione preferiti della presente invenzione includono anche tali guarnizioni di tenuta di controllo della perdita interna. Di conseguenza nell'apparecchio di lavorazione illustrato tali guarnizioni di tenuta sarebbero disposte sulle superfici 20 tra i passaggi 30 e 32 della sezione interna e tra il passaggio 32 ed il passaggio 34 di terzo stadio e sulla superficie 20 tra il passaggio 34 ed il passaggio 36 di sezione esterna.

La progettazione degli apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione tuttavia riduce inerentemente il potenziale di perdita esterna e fornisce un grado particolarmente efficace di controllo per la perdita esterna. Come descritto e come mostrato, il passaggio di terzo stadio è progettato per pressurizzare e pompare materiale lavorato per lo scarico dall'apparecchio di lavorazione. Pressioni nella gamma da circa 70,30 kg/cm<sup>2</sup> a circa 281,20 kg/cm<sup>2</sup> possono essere sviluppate attorno alla circonferenza di tali passaggi di pompaggio in modo da aumentare il potenziale di perdita attraverso l'interstizio fornito dalle superfici 20 e 38. Tuttavia negli apparecchi di lavorazione della presente invenzione, il passaggio di pompaggio ad alta pressione è disposto tra i passaggi di sezione interna ed esterna che sono atti a funzionare a pressioni relativamente basse. In operazioni che comportano l'apparecchio di lavorazione illustrativo descritto in precedenza, pressioni tra circa 10,50 kg/cm<sup>2</sup> e circa 21 kg/cm<sup>2</sup> vengono generalmente sviluppate attorno alla circonferenza del passaggio di sezione interna mentre pressioni tra circa 10,5 kg/cm<sup>2</sup> e circa 21 kg/cm<sup>2</sup> vengono

sviluppate nel passaggio di sezione esterna. Il posizionamento relativo del passaggio di sezione esterna e il passaggio di pressurizzazione o pompaggio riduce drammaticamente il potenziale di perdita esterna dall'apparecchio di lavorazione in corrispondenza dell'estremità esterna.

Vi sono ancora altri vantaggi speciali forniti dalla disposizione mostrata e descritta del passaggio di lavorazione ad alta pressione tra i passaggi di lavorazione di sezione interna ed esterna funzionanti a pressioni relativamente inferiori. Il materiale che sfugge dal passaggio di lavorazione ad alta pressione verso i passaggi di sezione interna ed esterna può essere raccolto in questi passaggi interno ed esterno e riciclato al passaggio di terzo stadio per lo scarico. Inoltre la scanalatura di trasferimento di materiale 64 collega le sezioni interna esterna di passaggio separate dal passaggio ad alta pressione, ha un'estremità aperta che passa sopra le superfici 20 tra il passaggio ad alta pressione e i passaggi di sezione interna ed esterna. L'interstizio tra le superfici 20 e 38 definisce una regione in cui si possono generare forze di taglio e temperature estremamente elevate. Il materiale di perdita dal passaggio ad alta pressione può essere portato attorno alla circonferenza del passaggio muovendo le superfici 20 e subisce degradazione a causa delle condizioni incontrate di elevato taglio e temperatura. Negli apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione tuttavia la scanalatura di trasferimento del materiale è disposta e adattata per la raccolta del materiale di perdita portato dalla superficie in movimento 20. Di conseguenza qualsiasi tale materiale di perdita può essere continuamente rimosso dalla superficie 20 durante ciascun giro del rotore in modo da controllare il tempo di permanenza che il materiale di perdita sulla superficie 20 subisce per le condizioni degradative.

Come menzionato le sezioni interne ed esterna del secondo stadio sono attre ad effettuare operazioni di composizione. Le operazioni di composizione possono includere la fusione, il mescolamento l'omogeneizzazione e la devolatilizzazione dei materiali tra le altre nonché l'aggiunta di materiali oppure il prelievo di materiali dai materiali lavorati. Le Figg. 11,14 illustrano l'adattabilità e la versatilità dei passaggi di lavorazione di secondo stadio nel condurre varie operazioni di lavorazione. La Fig. 11 illustra un passaggio di lavorazione di ricevimento del materiale di primo stadio della sezione interna simile al passaggio di sezione interna mostrato in Fig. 5. Come mostrato in Fig. 11, uno o più elementi di mescolamento 82 sono posizionati tra le scanalature di trasferimento del materiale 50a e 58a. L'elemento di mescolamento 82 si estende nel canale del passaggio 30a per una distanza prescelta per ostruire una parte della sezione trasversale del passaggio 30a per mescolare il materiale lavorato nel passaggio e/o minimizzare le fluttuazioni di temperatura nel materiale lavorato attorno alla circonferenza del passaggio. La sagoma, progettazione e dimensioni dell'elemento od elementi di mescolamento 82 possono variare a seconda del grado e del tipo di mescolamento desiderato. Elementi di mescolamento includono quelli che possono scostare via materiale portato dalle pareti di canale per far ricircolare il materiale scrostato con il materiale bloccato dall'organo di bloccaggio di canale 54a. Il materiale lavorato in un passaggio di secondo stadio della Fig. 11 viene raccolto in corrispondenza della superficie di parete di testa 56a per lo scarico attraverso la scanalatura di trasferimento di materiale 58a ad un altro passaggio di secondo stadio oppure ad un passaggio di terzo stadio.

Le Figg. 12 e 13 illustrano un'altra disposizione di elementi atti a raggiungere

una operazione di composizione prescelta in uno o più dei passaggi di lavorazione di secondo stadio. La Fig. 12 illustra un passaggio di lavorazione interno simile al passaggio di sezione interna mostrato in Fig. 7. Come mostrato, un elemento diffusore 84 è disposto vicino alla scanalatura di trasferimento 58a di un passaggio di lavorazione di secondo stadio di sezione interna simile a quello mostrato nella Fig. 7. L'elemento diffusore 84 sostanzialmente ha la stessa sagoma in sezione trasversale e le stesse dimensioni del canale 31a del passaggio 32 ed è posizionato vicino alla scanalatura di trasferimento 58a ed è disposto e adattato a diffondere materiale alimentato al passaggio in modo che le pareti in movimento del canale del passaggio 32a spingono il materiale attraverso gli interstizi forniti dai lati 85 (Fig. 13<sup>a</sup>) dell'elemento diffusore 84 in modo che il materiale diffuso viene portato avanti sotto forma di strati sottili 86 (Fig. 13) da parte delle pareti del canale.

Come si vede meglio nella Fig. 13, uno spazio centrale libero viene fornito in parti del passaggio a valle dell'organo diffusore 84 e gli strati sottili 86 hanno superfici esposte nello spazio centrale libero 88. Di conseguenza, i volatili esistenti negli strati 86 possono passare nello spazio centrale 88 ed essere estratti attraverso un'apertura 90 con l'aiuto di vuoto se lo si desidera. Alternativamente l'apertura 80 può essere usata per introdurre dei materiali negli strati 86. Come mostrato il passaggio può includere più di un elemento diffusore. L'elemento diffusore 92 ridiffonde e rigenera gli strati sottili sulle pareti dei canali in movimento per fornire un secondo spazio libero centrale 88a a valle dell'organo diffusore 92. Un'altra apertura 94 comunicante con il secondo spazio libero può essere usata per aggiungere ingredienti o per prelevare gli ingredienti dagli strati sottili nella maniera descritta sopra. Il

materiale lavorato in un passaggio illustrato dalle Figg. 12 e 13 viene raccolto in corrispondenza della superficie di parete di testa 62a dell'organo di bloccaggio 60a per lo scarico attraverso l'uscita 64a ad un altro passaggio di lavorazione di secondo stadio oppure ad un passaggio di lavorazione di terzo stadio.

La Fig. 14 illustra ancora un'altra delle disposizioni di elementi strutturali che comportano passaggi di lavorazione di secondo stadio ed i passaggi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione. La Fig. 14 illustra un passaggio di lavorazione esterno simile al passaggio esterno mostrato in Fig. 8. Una apertura 96 viene mostrata posizionata nel passaggio 36a. Ingredienti possono essere aggiunti o prelevati dal materiale lavorato nel passaggio della Fig. 14 e l'apertura (od aperture) può essere disposta in qualsiasi posizione desiderata attorno alla circonferenza del passaggio 36a tra le scanalature di trasferimento 64a e 70a. Il materiale lavorato nel passaggio della Fig. 14 viene raccolto in corrispondenza della superficie di parete di testa 68a dell'organo di bloccaggio 66a per lo scarico ad un altro passaggio esterno oppure ad un passaggio di terzo stadio. La disposizione degli elementi del passaggio illustrato è particolarmente adatta per prelevare ingredienti preferibilmente sotto vuoto dal materiale lavorato nel passaggio 36a prima dello scarico del passaggio.

Dalla descrizione di cui sopra, sarà chiaro che gli originali apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione presentano molti vantaggi distintivi ed inaspettati. Gli apparecchi di lavorazione forniscono caratteristiche di prestazioni di lavorazione dei polimeri specialmente desiderabili. La progettazione distintiva della sezione interna di secondo stadio e della sezione esterna di secondo stadio separate da un terzo stadio permette una uti-

lizzazione efficace dei passaggi di secondo stadio che possono presentare una varianza tra il regime di alimentazione del materiale lavorato nel primo stadio e la capacità di lavorazione di scarico dei passaggi lavorati di secondo stadio. Tuttavia la progettazione degli apparecchi di lavorazione rotativi della presente invenzione controlla efficacemente le fluttuazioni potenziali o sovrapressioni momentanee del regime di scarico, della temperatura e della pressione che possono verificarsi nei passaggi di lavorazione a causa della varianza. Inoltre la disposizione del terzo stadio rispetto alle sezioni interna ed esterna del secondo stadio minimizza qualsiasi potenziale di perdita esterna dallo stadio di pompaggio o pressurizzazione a pressione relativamente elevata. Inoltre la disposizione è atta a raccogliere e riciclare materiale di perdita dai passaggi ad alta pressione e minimizzare la degradazione di tale materiale di perdita. Di conseguenza la presente invenzione presenta alla tecnica originali apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi aventi inaspettate caratteristiche perfezionate di prestazioni complessive di lavorazione in confronto agli apparecchi di lavorazione rotativi noti nella tecnica al momento in cui l'invenzione è stata fatta.

#### RIVENDICAZIONI

1. Apparecchio rotativo di lavorazione comprendente un elemento ruotabile portante una pluralità di canali di lavorazione ed un elemento stazionario avente una superficie di chiusura coassiale operativamente disposto con detti canali per fornire passaggi di lavorazione racchiusi ed in cui i passaggi di lavorazione forniscono una pluralità di stadi di lavorazione interconnessi includenti un primo stadio di lavorazione ed un secondo stadio di lavorazione avente sezioni interne ed esterne separate da un terzo stadio di lavorazione, detto primo stadio

di lavorazione avendo almeno un passaggio comprendente un'entrata, una scanalatura di trasferimento di materiale di primo stadio ed un organo di bloccaggio associato con l'elemento stazionario e disposto in modo tale che il materiale alimentato al passaggio può essere bloccato e fornito alla scanalatura di trasferimento per il trasferimento alla sezione interna del secondo stadio di lavorazione, che include almeno un passaggio atto a ricevere materiale dalla scanalatura di trasferimento di materiale di primo stadio e comprendente un organo di bloccaggio ed una scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna associata con l'elemento stazionario e disposta in modo tale che il materiale alimentato al passaggio può essere bloccato e fornito alla scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna per il trasferimento del materiale alla sezione esterna del secondo stadio di lavorazione sopra un canale aperto di un passaggio di lavorazione di terzo stadio ed in cui la sezione esterna include almeno un passaggio atto a ricevere il materiale dalla scanalatura di trasferimento di sezione interna e comprendente un organo di bloccaggio ed una scanalatura di trasferimento di materiale di sezione esterna associata con l'elemento stazionario e disposta in modo tale che il materiale alimentato al passaggio può essere bloccato e fornito alla scanalatura di trasferimento della sezione esterna per il trasferimento al terzo stadio di lavorazione che include almeno un passaggio capace di sviluppare una pressione di scarico ed atto a ricevere materiale dalla scanalatura di trasferimento di materiale di sezione esterna e comprendente un organo di bloccaggio ed un'uscita associata con l'elemento stazionario e disposta in modo tale che il materiale può essere bloccato e scaricato dal passaggio attraverso l'uscita, e mezzi per controllare lo scarico di materiale dalla uscita stessa.

2. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui la scanalatura di trasferimento di materiale di primo stadio è distanziata dall'entrata del passaggio o passaggi di lavorazione di primo stadio per una parte principale attorno alla circonferenza del passaggio o passaggi di lavorazione di primo stadio.

3. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 comprendente mezzi per riscaldare almeno il passaggio o passaggi del primo stadio di lavorazione.

4. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui il passaggio o passaggi del primo stadio di lavorazione sono formati con un canale o canali a forma di cuneo.

5. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui il passaggio della sezione interna del secondo stadio ha una geometria prescelta che fornisce una capacità del passaggio a lavorare e scaricare il materiale lavorato nel primo stadio ad un regime di volume maggiore del regime in volume di materiale fornito al passaggio di sezione interna.

6. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui l'organo do organi di bloccaggio del passaggio o passaggi della sezione interna sono disposti a circa 180° dalla posizione circonferenziale dell'organo od organi di bloccaggio del passaggio o passaggi del primo stadio di lavorazione.

7. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 6 in cui la sezione interna include più di un passaggio ed i passaggi di sezione interna sono disposti e adattati per un funzionamento in serie.

8. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui il passaggio della sezione esterna ha una geometria prescelta che fornisce lo sviluppo di

pressione nel passaggio maggiore della pressione sviluppata del passaggio di lavorazione interno.

9. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui il primo stadio include quattro passaggi disposti ed adattati per un funzionamento in parallelo e formati con canali a forma di cuneo, la sezione interna include due passaggi disposti ed adattati per il funzionamento in serie ed aventi organi disposti a circa 180° dalla posizione circonferenziale degli organi di bloccaggio dei passaggi del primo stadio, la sezione esterna include un passaggio avente una geometria prescelta per sviluppare pressioni maggiori di quelle sviluppate in un passaggio di sezione interna ed il terzo stazio include un passaggio capace di sviluppare una pressione di scarico.

10. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui almeno un passaggio di sezione interna e/o almeno un passaggio di sezione esterna includono un elemento di mescolamento posizionato attorno alla circonferenza del passaggio ed estendentesi nel canale per mescolare il materiale lavorato nel passaggio.

11. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui almeno un passaggio di sezione interna e/o almeno un passaggio di sezione esterna include un elemento diffusore posizionato attorno alla circonferenza del passaggio ed estendentesi nel canale per diffondere materiale alimentato al passaggio sulle pareti del canale per fornire uno spazio libero a valle dell'elemento diffusore ed un'apertura disposta ed adattata a comunicare con lo spazio libero così formato, in modo che ingredienti possono essere aggiunti o prelevati dal materiale lavorato nel passaggio.

12. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui almeno un passaggio di sezione interna e/o almeno un passaggio di sezione esterna hanno

un'apertura posizionata attorno alla circonferenza del passaggio, disposta ed adattata per aggiungere ingredienti o per prelevare ingredienti dal materiale lavorato nel passaggio.

13. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui una spina regolabile disposta con la scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna per regolare il regime con cui il materiale viene trasferito attraverso la scanalatura da un passaggio di sezione interna ad un altro passaggio di sezione interna.

14. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui una spina regolabile disposta con la scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna per regolare il regime con cui il materiale viene trasferito da un passaggio di sezione interna ad un passaggio di sezione esterna.

#### RIASSUNTO DELLA DESCRIZIONE

Un originale e perfezionato apparecchio rotativo di lavorazione comprendente un elemento ruotabile che porta una pluralità di canali di lavorazione ed un elemento stazionario avente una superficie di chiusura coassiale operativamente disposta con i canali in modo da fornire una pluralità di passaggi di lavorazione racchiusi. La pluralità di passaggi fornisce stadi di lavorazione interconnessi includenti un primo stadio di lavorazione ed un secondo stadio di lavorazione avente sezioni interna ed esterna separate da un terzo stadio di lavorazione.

# **DOCUMENTAZIONE RILEGATA**

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"APPARECCHIO ROTATIVO DI LAVORAZIONE PER MATERIALI POLIMERI E PLASTICI"

della USM CORPORATION

Società dello Stato del New Jersey

a FARMINGTON, Connecticut (U.S.A.)

Inventori: Lefteris Nickolas VALSAMIS, Jan-Chin YANG, Gary Samule DONOIAN

- 4 GEN. 1983

. . . . .

R I A S S U N T O

19008A/83

Un originale e perfezionato apparecchio rotativo di lavorazione comprendente un elemento ruotabile che porta una pluralità di canali di lavorazione ed un elemento stazionario avente una superficie di chiusura coassiale operativamente disposta con i canali in modo da fornire una pluralità di passaggi di lavorazione racchiusi. La pluralità di passaggi fornisce stadi di lavorazione interconnessi includenti un primo stadio di lavorazione ed un secondo stadio di lavorazione avente sezioni interna ed esterna separate da un terzo stadio di lavorazione.

#### TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda apparecchi di lavorazione. Più precisamente la presente invenzione riguarda apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi particolarmente utili per lavorare materiali plastici e polimeri.

Gli apparecchi di lavorazione rotanti sono noti nella tecnica. Dettagli relativi a tali apparecchi sono descritti nei brevetti U.S.A. 4.142.805, 4.194.841, 4.207.004, 4.213.709, 4.227.816, 4.255.059, 4.289.319 e 4.300.842. Tutti i brevetti sopra citati vengono incorporati qui per riferimento.

Sono anche noti nella tecnica gli apparecchi rotativi di lavorazione a molti

stadi. Il brevetto U.S.A. № 4.227.816 specificatamente riguarda un apparecchio di lavorazione rotativo avente due stadi in tre sezioni. Gli apparecchi di lavorazione rotativi del brevetto U.S.A. № 4.227.816 comprendono un elemento ruotabile o rotore portante una pluralità di canali di lavorazione ed un elemento stazionario che fornisce una superficie di chiusura coassiale disposta in modo cooperativo con i canali per fornire passaggi di lavorazione racchiusi. Anche associati con l'elemento stazionario vi sono entrate, uscite ed organi di bloccaggio per ciascun passaggio e passaggi o scanalature di trasferimento del materiale formati nella superficie di chiusura dell'elemento stazionario ed atti a trasferire materiale da un passaggio (o passaggi) di uno stadio ad un passaggio (o passaggi) di un altro stadio. Come descritto nel brevetto U.S.A. № 4.227.816, uno stadio di lavorazione comporta due sezioni principali o di alimentazione. Ciascuna sezione primaria o di alimentazione del primo stadio è disposta a ciascuna estremità del rotore ed esse sono separate una dall'altra da un secondo stadio di lavorazione atto a ricevere il materiale da ciascuna sezione del primo stadio.

Il brevetto U.S.A. № 4.213.709 riguarda anche un apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi che fornisce due stadi di lavorazione includenti un primo passaggio di lavorazione primario interconnesso ad un ulteriore passaggio di lavorazione. L'apparecchio di lavorazione preferito comporta due passaggi di lavorazione primari, ciascuno disposto a ciascuna estremità del rotore con i passaggi di lavorazione primari separati da due ulteriori passaggi di lavorazione atti a ricevere materiale dai passaggi di lavorazione primari. Negli apparecchi descritti nei brevetti U.S.A. 4.213.709 e 4.227.816 i passaggi atti a ricevere il materiale dai passaggi di un altro stadio sono di geometria prescelta ri-

spetto alla geometria dei passaggi da cui il materiale viene ricevuto. Essenzialmente la geometria viene scelta per dotare il passaggio di ricevimento del materiale con la capacità di lavorare e scaricare materiale ad un regime di volume che è inferiore al regime di volume con cui il materiale viene ricevuto dal passaggio. Tali geometrie assicurano il completo riempimento dei passaggi di ricevimento e di conseguenza forniscono un regime uniforme di scarico ed una pressione uniforme di scarico per il materiale lavorato nel passaggio di ricevimento del materiale.

Si sono tuttavia sviluppate serie complicazioni negli apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi aventi passaggi di ricevimento del materiale in cui è necessaria una geometria differente per dei passaggi che ricevono materiale da un passaggio o passaggi di un altro stadio. Per esempio certi processi polimeri richiedono la geometria di passaggio che fornisce al passaggio la capacità di lavorare e scaricare materiale ad un regime in volume maggiore del regime con cui il materiale viene ricevuto dal passaggio. Questa varianza o mancanza di accoppiamento tra il regime con cui il passaggio riceve il materiale e la capacità di regime di volume del passaggio a lavorare e scaricare il materiale può provocare grandi fluttuazioni di pressione, flusso e temperatura nei passaggi di lavorazione particolarmente allo scarico dell'apparecchio rotativo.

La presente invenzione è diretta ad apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi aventi una progettazione originale perfezionata che fornisce speciali vantaggi in termini di efficacia, qualità di prodotto e caratteristiche complessive di prestazioni di lavorazione.

Gli originali apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione comprendono un elemento ruotabile portante una pluralità di canali

anulari ed un elemento stazionario che fornisce una superficie di chiusura coassiale operativamente disposta con i canali in modo da fornire passaggi di lavorazione racchiusi. I passaggi di lavorazione così formati sono atti a fornire una pluralità di stadi di lavorazione interconnessi che includono un primo stadio di lavorazione ed un secondo stadio di lavorazione avente sezioni interne ed esterne separate da un terzo stadio di lavorazione. Ciascuno stadio di lavorazione include almeno un passaggio avente mezzi di entrata, mezzi di uscita ed un organo di bloccaggio di canale associato con l'elemento stazionario e disposto ed adattato in modo tale che il materiale alimentato alla entrata può essere portato avanti dalle pareti di canale ruotabili fino allo organo di bloccaggio per lo scarico dal passaggio.

Scanalature di trasferimento del materiale sono formate nella superficie coassiali dell'elemento stazionario per fornire mezzi per trasferire il materiale tra gli stadi di lavorazione. Una scanalatura di trasferimento del materiale è disposta e adattata a trasferire materiale dai passaggi di lavorazione dei primo stadio di lavorazione ad un passaggio di lavorazione della sezione interna del secondo stadio di lavorazione. Un'altra scanalatura di trasferimento del materiale è disposta per trasferire il materiale da un passaggio di lavorazione della sezione interna da un passaggio di lavorazione della sezione esterna del secondo stadio di lavorazione. Infine un'altra scanalatura di trasferimento del materiale è disposta ed adattata a trasferire materiale da un passaggio di lavorazione della sezione esterna ad un passaggio di lavorazione del terzo stadio di lavorazione. Il materiale trasferito ad un passaggio di lavorazione del terzo stadio di lavorazione può essere trasferito ad un altro passaggio di lavorazione del terzo stadio di lavorazione o scaricato direttamente dall'apparecchio.

Dettagli relativi all'originale apparecchio rotativo di lavorazione a molti passaggi della presente invenzione nonché sui vantaggi derivanti da tali apparecchi verranno più completamente apprezzati dalla descrizione dettagliata delle forme di realizzazione preferite presa assieme con i disegni.

L'invenzione verrà descritta in relazione con i disegni annessi in cui:

la Fig. 1 è una vista in sezione trasversale di un apparecchio rotativo di lavorazione a molti stadi della presente invenzione mostrante una disposizione di passaggi di lavorazione che forniscono primi, secondi e terzi stadi di lavorazione.

La Fig. 2 è una vista prospettica di un apparecchio rotativo di lavorazione della presente invenzione che è parzialmente in sezione e con parti asportate.

La Fig. 3 è una vista semplificata in sezione trasversale dell'apparecchio rotativo di lavorazione illustrato in Fig. 2 ed eseguita lungo la linea 3-3 della Fig. 2.

La Fig. 4 è una vista semplificata in sezione trasversale di un passaggio di lavorazione di primo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 4-4 della Fig. 1.

La Fig. 5 è una vista semplificata in sezione trasversale di un passaggio di lavorazione di secondo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 5-5 della Fig. 1.

La Fig. 6 è una vista schematica semplificata del collegamento reciproco dei passaggi di lavorazione degli apparecchi rotativi di lavorazione della presente invenzione per mezzo di una scanalatura di trasferimento del materiale con le frecce che indicano la direzione di flusso del materiale da un passaggio di lavorazione all'altro.

La Fig. 7 è una vista semplificata in sezione trasversale di un altro passaggio di lavorazione di secondo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 7-7 della Fig. 1.

La Fig. 8 è una vista semplificata in sezione trasversale di ancora un altro passaggio di lavorazione di secondo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 8-8 della Fig. 1.

La Fig. 9 è una vista semplificata in sezione trasversale di un passaggio di lavorazione di terzo stadio dell'apparecchio della Fig. 1, eseguita lungo la linea 9-9 della Fig. 1.

La Fig. 10 è un tracciato dei dati grafici registrati durante il funzionamento di un apparecchio rotativo di lavorazione della Fig. 1.

Le Figg. 11 e 12 sono viste semplificate in sezione trasversale di passaggi di lavorazione di secondo stadio sostanzialmente identici ai passaggi rispettivamente delle Figg. 5 e 7, ma aventi ulteriori elementi di lavorazione disposti nei passaggi.

La Fig. 13 è una vista dall'alto in sezione trasversale del passaggio della Fig. 12 mostrante la lavorazione del materiale che si muove attraverso il passaggio.

La Fig. 14 è una vista semplificata in sezione trasversale di un passaggio di lavorazione di secondo stadio sostanzialmente identico al passaggio di lavorazione della Fig. 8, ma avente ulteriori elementi di lavorazione disposti nel passaggio.

Riferendosi dapprima alla Fig. 1, gli originali apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione includono un elemento ruotabile comprendente un rotore 12 montato su un albero di comando 14 per la rotazione entro un elemento stazionario comprendente una carcassa 16. Il rotore 12 porta

una pluralità di canali di lavorazione 21, 23? 25, 27, 29, 31, 33 e 35 ciascuno avente pareti laterali opposte che si estendono verso l'interno dalla superficie di rotore 20. Mezzi per ruotare il rotore 12 sono mostrati con m poiché tali mezzi sono di qualsiasi tipo opportuno comunemente usato per far ruotare estrusori o simili apparecchi di lavorazione di materiali polimeri e sono ben noti alle persone esperte nella tecnica. La carcassa 16 dell'elemento stazionario fornisce una superficie di chiusura coassiale 38 disposta in modo cooperativo con la superficie 20 del rotore 12 per formare con i canali 21, 22, 23, 25, 27, 29, 31, 33 e 35 passaggi di lavorazione racchiusi rispettivamente 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34 e 36.

Come mostrato in Fig. 1, i passaggi di lavorazione sono disposti e progettati in modo da fornire una pluralità di stadi di lavorazione. I passaggi di lavorazione 22, 24, 26 e 28 forniscono il primo stadio. Il secondo stadio include sezioni interna ed esterna con passaggi 30 e 32 che forniscono la sezione interna mentre il passaggio 36 fornisce la sezione esterna. Il terzo stadio è fornito dal passaggio 34 ed il terzo stadio è posizionato tra le sezioni interna ed esterna del secondo stadio e le separa. Come verrà spiegato in dettaglio appresso, gli stadi sono interconnessi da scanalature di trasferimento del materiale formate nella superficie 38 e disposte in modo tale che il materiale lavorato in uno stadio può essere trasferito ad un altro.

Apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione possono fornire una varietà di combinazioni di stadi di lavorazione. Normalmente il primo stadio comporta un'operazione di plastificazione atta a fondere, ramollire o altrimenti aumentare la fluibilità del materiale alimentato all'apparecchio. Il secondo stadio effettua un'operazione di composizione che può com-

portare il mescolamento, l'omogeneizzazione o la devolatilizzazione del materiale lavorato nel primo stadio o l'aggiunta di ingredienti al materiale lavorato dal primo stadio o la rimozione di ingredienti da esso. Al terzo stadio si assegna normalmente una funzione di pressurizzazione o pompaggio per scaricare dall'apparecchio il materiale lavorato nel secondo stadio. Per scopi illustrativi l'apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi descritto appresso include un primo stadio per fondere, od almeno parzialmente fondere materiale polimero, un secondo stadio per mescolare il materiale polimero lavorato nel primo stadio ed un terzo stadio per scaricare un materiale lavorato nel primo e nel secondo stadio dall'apparecchio di lavorazione.

Riferendosi ora alla Fig. 2 e 4, materiale come materiale polimero plastificato o non plastificata, viene opportunamente alimentato all'apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi da una tramoggia 40 comunicante con l'entrata 42. Come mostrato nelle Figg. 2 e 4, la superficie coassiale 38 della carcassa 16 è cilindrica sulla maggior parte della sua estensione, ma è preferibilmente dotata di ritagli 44 che si estendono sulle parti dei canali 21, 23, 25, 27 e sull'entrata adiacente 42. I ritagli 44 hanno una larghezza tale che le loro pareti laterali 46 si estendono in fuori sopra le parti cilindriche 20 del rotore 12 per formare camere di ammissione atte ad aiutare l'alimentazione dei solidi polimeri in ciascun passaggio del primo stadio.

Nel funzionamento il materiale viene fornito per gravità od attraverso l'uso di alimentatori forzati all'apparecchio di lavorazione attraverso l'entrata 42 e viene spinto dai ritagli 44 nei canali 21, 23, 25, 27. La situazione viene mostrata nelle Figg. 2 e 4. La Fig. 2 illustra una sezione di rotore 12 portante canali 21, 23, 25 e 27 dei passaggi di lavorazione di primo stadio ed il canale

29 del primo passaggio della sezione interna del secondo stadio. La Fig. 4 illustra il passaggio 28 del primo stadio formato con il canale 27 che ha le stesse dimensioni e disposizione degli elementi strutturali degli altri passaggi di primo stadio 22, 24 e 26. Ciascun passaggio di lavorazione del primo stadio comporta un organo di bloccaggio di canale 48 disposto vicino alla scanalatura 50 di trasferimento del materiale di primo stadio che è disposta per comunicare con ciascun passaggio di primo stadio. La scanalatura di trasferimento 50 è preferibilmente distanziata dall'entrata 42 per una parte principale della distanza circonferenziale attorno al passaggio di lavorazione.

Come mostrato (Figg. 2 e 3) ciascun organo di bloccaggio 48 fornisce una superficie di parete di testa 52 di raccolta e bloccaggio del materiale per ciascun passaggio del primo stadio. Di conseguenza nel funzionamento il movimento del corpo principale di materiale alimentato a ciascun passaggio di primo stadio viene bloccato e si stabilisce il movimento reciproco tra le pareti di canale in movimento ed il materiale bloccato. Il movimento reciproco così stabilito genera calore d'attrito in corrispondenza della parete in movimento ed entro il corpo del materiale. Inoltre le pareti di canale dei passaggi di lavorazione di primo stadio, e preferibilmente tutte le pareti di canale dell'apparecchio, sono normalmente riscaldate per esempio mediante un fluido di trasferimento di calore fornito in maniere note alle camere 6 (Fig. 1). Dettagli relativi ad opportuni mezzi di riscaldamento possono essere ritrovati nei brevetti USA citati come riferimento 4.142.805 e 4.194.841.

Normalmente l'azione delle pareti di canale nello spingere il materiale in avanti accumula pressione progressivamente attorno al passaggio e la pressione massima in ciascuno dei passaggi di lavorazione di primo stadio viene general-

mente raggiunta in corrispondenza della superficie 52 dell'organo di bloccaggio 48. La superficie 52 di ciascun passaggio di lavorazione di primo stadio è sagomata dimensionata od altrimenti atta a raccogliere il materiale per lo scarico dal passaggio.

Il materiale lavorato nel primo stadio viene scaricato da ciascun passaggio attraverso la scanalatura di trasferimento del materiale 50 (Figg. 2 e 3). La scanalatura di trasferimento 50 è formata nella superficie coassiale 38 adiacente alla superficie 52 dell'organo di bloccaggio 48 ed a monte di essa. La scanalatura di trasferimento 50 si estende parallela all'asse del rotore 12 con l'estremità aperta della scanalatura 50 disposta in modo da ricevere il materiale lavorato raccolto in corrispondenza della superficie 52 di ciascun passaggio e convogliare il materiale ricevuto sulle superfici 20 tra i passaggi di primo stadio per lo scarico al passaggio 30 di lavorazione di secondo stadio. Come mostrato nelle Figg. 2 e 3 la parte terminale più esterna della scanalatura 50 fornisce un'entrata per il passaggio 30.

Il primo stadio illustrato nella Fig. 1 ha quattro passaggi di lavorazione sostanzialmente di sagoma e dimensione identiche. Più o meno passaggi possono essere usati e si possono anche usare passaggi di primo stadio differenti in sagoma, dimensione e geometria dagli altri passaggi di primo stadio.

Il secondo stadio di lavorazione degli apparecchi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione include sezioni interna ed esterna separate da almeno un passaggio di lavorazione del terzo stadio. Come mostrato in Fig. 1, i passaggi 30 e 32 forniscono la sezione interna del secondo stadio mentre il passaggio 36 fornisce la sezione esterna. Come mostrato nelle Figg. 2, 3 e 4 il materiale dai passaggi di lavorazione del primo stadio viene scaricato al primo passaggio 30

della sezione interna attraverso la scanalatura di trasferimento 50.

Come menzionato, i passaggi di lavorazione di secondo stadio sono progettati per effettuare operazioni di composizione sul materiale lavorato nel primo stadio. Nell'apparecchio di lavorazione illustrato il secondo stadio è progettato per mescolare efficacemente materiale fuso o parzialmente fuso fornito dal primo stadio. Un passaggio di lavorazione che abbia assegnata la funzione di fornire un mescolamento efficiente di materiale viscoso richiede una geometria differenti dalla geometria dei passaggi dei passaggi di fusione di polimero di primo stadio. Come mostrato per esempio in Fig. 1, i passaggi della sezione interna di secondo stadio hanno lati paralleli e sono più larghi dei passaggi del primo stadio. Questa differenza nella geometria stabilisce una varianza tra il regime con cui il materiale lavorato nel primo stadio viene fornito al passaggio di secondo stadio e la capacità del passaggio di secondo stadio. Come menzionato la varianza presenta il potenziale per severe fluttuazioni in temperatura, flusso e pressione nei passaggi di lavorazione e particolarmente in corrispondenza della regione di scarico dell'apparecchio.

L'effetto di questa varianza può essere meglio apprezzato illustrando le differenze che possono esistere tra il regime di alimentazione del materiale lavorato nel primo stadio e la capacità di lavorazione e scarico di un passaggio di secondo stadio avente una geometria prescelta per fornire un mescolamento efficace. Come menzionato, un apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi illustrativo della presente invenzione può includere un primo stadio avente quattro passaggi funzionanti in parallelo atti a fornire per esempio un volume totale di lavorazione di primo stadio di circa  $4916,1 \text{ cm}^3$ . Tali apparecchi di lavorazione possono essere fatti funzionare alla velocità che varia tra 50 e

150 giri al minuto. In tali condizioni il regime di alimentazione di materiale fuso al passaggio di secondo stadio può variare tra 181,44 kg/ora e 1134 kg/ora a seconda delle velocità della parete di canale e delle proprietà del polimero. Tuttavia è necessario un passaggio di mescolamento di secondo stadio relativamente largo per mescolare efficacemente ed un passaggio di mescolamento di secondo stadio scelto per un efficiente mescolamento può fornire una geometria atta a lavorare e scaricare materiale ad un regime tra 3402 kg/ora e 10206 kg/ora a velocità tra 50 e 150 giri al minuto. Gli apparecchi di lavorazione rotativi della presente invenzione sono atti a permettere l'uso efficace di passaggi che presentano questa varianza tra i regimi di alimentazione e quelli di lavorazione o di scarico.

Riferendosi di nuovo alle Figg. 1 e 2 e 3, il materiale lavorato nel primo stadio viene trasferito per mezzo della scanalatura 50 al primo passaggio 30 della sezione interna del secondo stadio. Negli apparecchi di lavorazione rotativi della presente invenzione, il materiale lavorato nel primo stadio viene efficacemente mescolato nel passaggio 30 mediante il movimento reciproco stabilito tra il materiale bloccato dall'organo di bloccaggio 54 (Fig. 5) e le pareti di canale in movimento del passaggio 30 che spingono o portano il materiale in avanti alla superficie della parete di testa 56 di raccolta e bloccaggio del materiale. Negli apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione gli organi di bloccaggio dei passaggi di lavorazione della sezione interna (organi 54 e 60 delle Figg. 5 e 7) sono disposti a circa 180° dalla posizione circonferenziale degli organi di bloccaggio 48 e del passaggio di primo stadio. Di conseguenza nel primo passaggio 30 della sezione interna, il materiale viaggia per circa mezzo giro attraverso il passaggio prima di raggiungere l'organo di bloccaggio 54. Il materiale

bloccato è raccolto alla superficie 56 dell'organo 54 e viene scaricato dal passaggio 30 attraverso la scanalatura di trasferimento 58 del materiale di sezione interna.

La scanalatura di trasferimento 58 viene mostrata in Fig. 6 che è una rappresentazione idealizzata e semplificata con le frecce che indicano una direzione di flusso nelle scanalature di trasferimento del materiale rispetto agli organi di bloccaggio disposti nei passaggi delle sezioni interna ed esterna del secondo stadio e ad un organo di bloccaggio disposto nel passaggio di terzo stadio.

Come mostrato la scanalatura di trasferimento 58 è formata nella superficie coassiale 38 ed è progettata, disposta ed adattata a ricevere materiale raccolto in corrispondenza della superficie 56 e trasferire il materiale raccolto sopra la superficie 20 tra il passaggio 30 e 32 dello stadio interno. Essenzialmente l'estremità aperta della scanalatura di trasferimento 58 può come mostrato estendersi parallelamente all'asse del rotore 12 nella regione del passaggio 30 a monte della superficie 56 e quindi estendersi trasversalmente all'asse del rotore 12 attraverso la superficie 20 e quindi estendersi parallelamente all'asse del rotore 12 nella regione del passaggio 32 a valle dell'organo di bloccaggio 60. Quando così disposta, la scanalatura di trasferimento 58 fornisce un'uscita per il materiale di scarico dal primo passaggio 30 dello stadio interno ed un'entrata per alimentare materiale al secondo passaggio 32 della sezione interna.

Negli apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione, una spina 55 può essere disposta come mostrato nel canale 29 a valle della superficie 56 del passaggio 30. La spina 55 è associata con la carcassa 16 ed è progettata ed adattata per l'allungamento regolabile nel canale 29 da una posizione completamente aperta ad una posizione completamente chiusa. Nella posizione com-

pletamente aperta, nessuna parte della spina 55 si estende nel canale 29.

Nella posizione completamente chiusa, la spina 55 si estende radialmente nel canale 29 per bloccare qualsiasi movimento sostanziale di materiale nella parte estendentesi trasversalmente della scanalatura di trasferimento 58. La spina 55 fornisce un messo efficace per regolare e controllare selettivamente il regime di trasferimento di materiale attraverso la scanalatura 58 per fornire il grado desiderato di lavorazione nel passaggio e/o il regime desiderato di trasferimento di materiale da passaggio a passaggio. Come descritto nel brevetto U.S.A. citato in riferimento 4.227.816, la scanalatura di trasferimento 58 può essere formata in unità direttive di flusso toglibili che possono essere montate in fessure nella carcassa 16 atte a permettere la cooperazione della scanalatura di trasferimento con passaggi prescelti. La spina 55 e gli organi di bloccaggio 54 e 60 possono anche essere portati dall'unità direttrice di flusso toglibile.

Il materiale trasferito al secondo passaggio 32 della sezione interna viene ulteriormente mescolato dal movimento reciproco stabilito tra il materiale bloccato dall'organo di bloccaggio 60 (Fig. 7) e le pareti di canale in movimento del passaggio 32. Le pareti in movimento spingono o portano materiali in avanti per bloccare l'organo 60 per la raccolta in corrispondenza della superficie 62 e lo scarico attraverso la scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna 64.

La sezione interna del secondo stadio illustrata e descritta include due passaggi aventi sostanzialmente le stesse di mensioni sagoma e geometria. Questa disposizione illustrata e preferita dei passaggi di mescolamento della sezione interna può essere variata. Per esempio la sezione interna può comportare sol-

tanto uno o più di due passaggi e la sagoma, dimensioni e geometria dei passaggi possono essere uguali o differenti. Come illustrato, passaggi di sezione interna di secondo stadio preferiti sono quelli in cui il passaggio o passaggi che ricevono materiale lavorato nel primo stadio hanno una geometria che fornisce una capacità di lavorazione e di scarico che è maggiore del regime con cui il materiale viene fornito al passaggio. Tuttavia per certe operazioni di lavorazione di secondo stadio la geometria prescelta del passaggio di ricevimento di materiale di primo stadio può fornire una capacità che è uguale o inferiore al regime di alimentazione del materiale.

Riferendosi di nuovo alla Fig. 6, la scanalatura di trasferimento 64 è formata nella superficie coassiale 38 ed ha un'estremità aperta che si estende parallela all'asse del rotore 12 dalla regione del passaggio 32 a monte della superficie 62 e quindi trasversalmente all'asse del rotore 12 attraverso la superficie 20 tra i passaggi 32 e 34 e quindi parallela all'asse del rotore 12 attraverso il canale 33 del passaggio 34 e attraverso la superficie 20 tra i passaggi 34 e 36 verso la regione del passaggio 36 a valle dell'organodi bloccaggio 66. Di conseguenza il materiale proveniente dalla sezione interna del secondo stadio viene trasferito alla sezione esterna attraverso il canale 33 del passaggio di lavorazione di terzo stadio 34 che separa le sezioni interna ed esterna. Nel funzionamento il passaggio di terzo stadio 34 è attivo ad essere sufficientemente riempito e generare elevate pressioni in modo che la perdita di materiale dalla scanalatura di trasferimento 64 verso il canale 33 è minima. Come mostrato, la spina regolabile 63 può essere disposta nel canale 31 per fornire mezzi per regolare e controllare selettivamente il regime di alimentazione di materiale alla scanalatura 64 nella stessa maniera come descritto prima per la spina 55.

Come mostrato in Fig. 8' materiale viene fornito al passaggio 36 di sezione di secondo stadio attraverso la scanalatura di trasferimento 64. Il materiale fornito viene spinto avanti dalle pareti di canale del passaggio 36 all'organo di bloccaggio 66 per la raccolta in corrispondenza della superficie 68 per lo scarico attraverso la scanalatura 70 di trasferimento del materiale della sezione esterna.

La sezione esterna di secondo stadio mostrata nelle Figg. 1 e 8 consiste in un passaggio, ma apparecchi rotativi di lavorazione secondo la presente invenzione possono includere quelli in cui sono presenti più di un passaggio. Come illustrato in Fig. 1, il passaggio di lavorazione della sezione esterna di secondo stadio differisce alquanto in dimensioni dai passaggi di lavorazione della sezione interna di secondo stadio. Nell'apparecchio di lavorazione illustrato, il canale di passaggio 35 è più stretto e la geometria è stata scelta per sviluppare una pressione sufficiente per fornire materiale al passaggio 34. Tuttavia il numero, forma e dimensioni dei passaggio o passaggi della sezione esterna possono essere uguali o diversi uno rispetto all'altro o rispetto ai passaggi della sezione interna.

Riferendosi di nuovo alla Fig. 6, il materiale lavorato nella sezione esterna di secondo stadio viene trasferito al passaggio di lavorazione del terzo stadio attraverso la scanalatura di trasferimento di materiale 70. La scanalatura di trasferimento 70 è formata nella superficie coassiale 38 ed ha un'estremità aperta che si estende parallelamente all'asse del rotore 12 attraverso la regione del passaggio 36 a monte della superficie 68, quindi si estende trasversalmente all'asse del rotore e quindi si estende parallelamente all'asse del rotore nella regione del passaggio 34 a valle dell'organo di bloccaggio 72. Il passaggio di

terzo stadio 34 (Figg. 1 e 9) è principalmente progettato per funzionare come stadio di pressurizzazione o pompaggio per il materiale fornito dalla sezione esterna del secondo stadio. Di conseguenza la geometria del passaggio viene scelta in modo da fornire un passaggio avente una capacità che rimane almeno parzialmente riempita in ogni momento durante il funzionamento e che è capace di generare elevate pressioni di scarico.

Come mostrato in Fig. 9, il materiale fornito al passaggio di lavorazione di terzo stadio viene spinto in avanti dalle pareti di canale del passaggio 34 verso l'organo di bloccaggio 72. Il materiale raccolto in corrispondenza della superficie 78 viene scaricato dall'apparecchio di lavorazione attraverso l'uscita 80. La pressione di scarico e la pressione sviluppata del passaggio 34 possono essere controllate o regolate mediante mezzi di controllo dello scarico (79 - Fig. 9) come una valvola di strozzamento o simile dispositivo disposto in comunicazione con l'uscita di scarico 80.

Le Figg. 1 e 9 mostrano una sezione di lavorazione di terzo stadio consistente in un passaggio, ma si possono usare più di un passaggio. I passaggi possono essere collegati in parallelo oppure in serie. Per esempio una pluralità di passaggi di lavorazione di terzo stadio può essere collegata reciprocamente in modo che il materiale può essere trasferito da un passaggio di lavorazione di terzo stadio ad un altro per lo scarico dall'apparecchio di lavorazione. Alternativamente una pluralità di passaggi di lavorazione di terzo stadio possono essere interconnessi in modo tale che il materiale viene alimentato a ciascun passaggio e scaricato dall'apparecchio di lavorazione da ciascun passaggio.

Gli apparecchi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione presentano apparecchi per la lavorazione di polimeri altamente efficaci che forniscono spe-

ciali vantaggi operativi e di progettazione. Un apparecchio di lavorazione a molti stadi come descritto ed illustrato presenta tali vantaggi come dimensione compatta, basso consumo di energia ed elevato potenziale di produzione per fondere, mescolare e scaricare efficacemente un prodotto fuso polimero di qualità uniformemente elevata ad un regime sostanzialmente costante e ad una pressione e temperature uniformi. Per esempio un apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi del tipo descritto con riferimento alle Figg.1-9 è stato impiegato per lavorare una varietà di materiali polimeri. L'apparecchio include un rotore avente un diametro esterno di 35,56 cm che porta una disposizione di passaggi di lavorazione come mostrato nella Fig. 1 interconnessi da scanalature di trasferimento del materiale. Le scanalature di trasferimento del materiale sono formate nella superficie coassiale della carcassa stazionaria sostanzialmente nelle stesse disposizioni mostrate nelle Figg. 2 e 4 e nella Fig. 6.

I passaggi di primo stadio dell'apparecchio di lavorazione includono quattro canali a forma di cuneo come mostrato nelle Figg.1, 2 e 4. Ciascun canale ha una larghezza massima di 2,54 cm, una larghezza minima di 1,65 cm ed un'altezza di 6,22 cm. Il passaggio di sezione interna di secondo stadio include due canali aventi lati paralleli con ciascuno avente una larghezza di 2,54 cm ed un'altezza di 6,22 cm. Il passaggio di sezione esterna di secondo stadio dell'apparecchio di lavorazione include un canale a forma di cuneo avente una larghezza massima di 1,27 cm, una larghezza minima di 0,83 cm ed un'altezza di 6,22 cm. Il passaggio di lavorazione di terzo stadio include un canale a forma di cuneo avente una larghezza massima di 0,64 cm, una larghezza minima di 0,41 cm ed un'altezza di 6,22 cm.

In una tipica operazione di lavorazione, polietilene ad alta densità viene

alimentato al primo stadio dell'apparecchio di lavorazione riscaldato ad un regime di 286 kg/ora. Il rotore dell'apparecchio di lavorazione viene fatto ruotare ad una velocità di 50 giri al minuto. Una valvola disposta con l'uscita del passaggio di terzo stadio viene regolata per fornire una pressione di scarico di  $52,73 \text{ kg/cm}^2$ . Durante circa i primi cinque minuti di funzionamento, si notano severe fluttuazioni nella pressione di scarico. Sono state registrate durante questo periodo pressioni variabili da circa  $3,52 \text{ kg/cm}^2$  a circa  $70,30 \text{ kg/cm}^2$ . Dopo circa 5 minuti di funzionamento tuttavia la pressione di scarico raggiunge uno stato sostanzialmente stazionario e si stabilizza a circa  $52,73 \text{ kg/cm}^2$ . L'apparecchio di lavorazione viene fatto funzionare per circa cinque minuti alla pressione stabilizzata di circa  $52,73 \text{ kg/cm}^2$ . La valvola viene quindi regolata per fornire una pressione di scarico di circa  $126,54 \text{ kg/cm}^2$ . In un periodo da circa quattro a cinque minuti, la pressione di scarico si accumula da  $52,73 \text{ kg/cm}^2$  fino a circa  $126,54 \text{ kg/cm}^2$  e il funzionamento viene continuato per circa cinque minuti ad una pressione di scarico sostanzialmente costante di  $126,54 \text{ kg/cm}^2$ . Durante questo periodo la temperatura del materiale fuso scaricato si stabilizza a circa  $160^\circ\text{C}$ . La valvola viene di nuovo regolata per fornire una pressione di scarico di circa  $148 \text{ kg/cm}^2$ . Entro un periodo di circa due minuti, la pressione di scarico si stabilizza a circa  $151,15 \text{ kg/cm}^2$  e rimane sostanzialmente costante durante tutto il funzionamento.

La Fig. 10 illustra drammaticamente il raggiungimento della pressione di scarico sostanzialmente costante nell'apparecchio di lavorazione rotativo a molti stadi descritto sopra. La Fig. 10 è un tracciato di dati effettivi riportati da un registratore a striscia di carta per la pressione di scarico e la pressione del passaggio esterno registrati durante il funzionamento dell'apparecchio di

lavorazione. La parte della linea di registrazione superiore a destra della linea verticale comprende il periodo di funzionamento durante il quale la pressione di scarico sale da 126,54 kg/cm<sup>2</sup> a circa 148 kg/cm<sup>2</sup>. La parte della linea di registrazione a sinistra della linea verticale superiore illustra la pressione di scarico sostanzialmente costante così raggiunta. Come mostrato dalla linea di registrazione inferiore, le fluttuazioni di pressione vengono continuamente registrate per le pressioni sviluppate nel passaggio esterno. Queste fluttuazioni possono essere provocate da perdita di materiale dal passaggio di scarico ad alta pressione verso il passaggio esterno. Malgrado queste fluttuazioni tuttavia il materiale viene continuamente scaricato attraverso tutto il funzionamento ad un regime di scarico sostanzialmente costante di 286 kg/ora, ad una pressione di scarico sostanzialmente costante di 148 Kg/cm<sup>2</sup> e ad una temperatura sostanzialmente costante di 160°C. Il prodotto fuso di scarico è di qualità eccellente ed uniforme, estremamente pulito ed essenzialmente privo di bolle.

Inoltre a fornire una capacità particolarmente efficace per lavorare materiale ad un regime di scarico costante ed a temperatura e pressioni uniformi, la progettazione degli apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione fornisce vantaggi speciali nel minimizzare la perdita esterna dall'apparecchio. Normalmente guarnizioni di tenuta del tipo descritto nel brevetto U.S.A. 4.300.842 vengono impiegate per controllare la perdita esterna. Tali guarnizioni di tenuta sono disposte sulla superficie 20 vicino a ciascuna estremità del rotore 12 per controllare la perdita di materiale dall'apparecchio attraverso l'interstizio tra le superfici di testa di rotore 20 e la superficie 38. Appparecchi di lavorazione a molti stadi preferiti della presente invenzione

includono tali mezzi di tenuta per controllare la perdita esterna. Inoltre tali mezzi di tenuta possono essere disposti sulle superfici 20 tra passaggi di lavorazione per controllare la perdita interna da un passaggio ad un altro attraverso l'interstizio tra le superfici 20 e 38. Gli apparecchi di lavorazione preferiti della presente invenzione includono anche tali guarnizioni di tenuta di controllo della perdita interna. Di conseguenza nell'apparecchio di lavorazione illustrato tali guarnizioni di tenuta sarebbero disposte sulle superfici 20 tra i passaggi 30 e 32 della sezione interna e tra il passaggio 32 ed il passaggio 34 di terzo stadio e sulla superficie 20 tra il passaggio 34 ed il passaggio 36 di sezione esterna.

La progettazione degli apparecchi rotativi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione tuttavia riduce inerentemente il potenziale di perdita esterna e fornisce un grado particolarmente efficace di controllo per la perdita esterna. Come descritto e come mostrato, il passaggio di terzo stadio è progettato per pressurizzare e pompare materiale lavorato per lo scarico dall'apparecchio di lavorazione. Pressioni nella gamma da circa 70,30 kg/cm<sup>2</sup> a circa 281,20 kg/cm<sup>2</sup> possono essere sviluppate attorno alla circonferenza di tali passaggi di pompaggio in modo da aumentare il potenziale di perdita attraverso l'interstizio fornito dalle superfici 20 e 38. Tuttavia negli apparecchi di lavorazione della presente invenzione, il passaggio di pompaggio ad alta pressione è disposto tra i passaggi di sezione interna ed esterna che sono atti a funzionare a pressioni relativamente basse. In operazioni che comportano l'apparecchio di lavorazione illustrativo descritto in precedenza, pressioni tra circa 10,50 kg/cm<sup>2</sup> e circa 21 kg/cm<sup>2</sup> vengono generalmente sviluppate attorno alla circonferenza del passaggio di sezione interna mentre pressioni tra circa 10,5 kg/cm<sup>2</sup> e circa 21 kg/cm<sup>2</sup> vengono

sviluppate nel passaggio di sezione esterna. Il posizionamento relativo del passaggio di sezione esterna e il passaggio di pressurizzazione o pompaggio riduce drammaticamente il potenziale di perdita esterna dall'apparecchio di lavorazione in corrispondenza dell'estremità esterna.

Vi sono ancora altri vantaggi speciali forniti dalla disposizione mostrata e descritta del passaggio di lavorazione ad alta pressione tra i passaggi di lavorazione di sezione interna ed esterna funzionanti a pressioni relativamente inferiori. Il materiale che sfugge dal passaggio di lavorazione ad alta pressione verso i passaggi di sezione interna ed esterna può essere raccolto in questi passaggi interno ed esterno e riciclato al passaggio di terzo stadio per lo scarico. Inoltre la scanalatura di trasferimento di materiale 64 collega le sezioni interna esterna di passaggio separate dal passaggio ad alta pressione, ha un'estremità aperta che passa sopra le superfici 20 tra il passaggio ad alta pressione e i passaggi di sezione interna ed esterna. L'interstizio tra le superfici 20 e 38 definisce una regione in cui si possono generare forze di taglio e temperature estremamente elevate. Il materiale di perdita dal passaggio ad alta pressione può essere portato attorno alla circonferenza del passaggio muovendo le superfici 20 e subisce degradazione a causa delle condizioni incontrate di elevato taglio e temperatura. Negli apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione tuttavia la scanalatura di trasferimento del materiale è disposta e adattata per la raccolta del materiale di perdita portato dalla superficie in movimento 20. Di conseguenza qualsiasi tale materiale di perdita può essere continuamente rimosso dalla superficie 20 durante ciascun giro del rotore in modo da controllare il tempo di permanenza che il materiale di perdita sulla superficie 20 subisce per le condizioni degradative.

Come menzionato le sezioni interne ed esterna del secondo stadio sono attre ad effettuare operazioni di composizione. Le operazioni di composizione possono includere la fusione, il mescolamento l'omogeneizzazione e la devolatilizzazione dei materiali tra le altre nonché l'aggiunta di materiali oppure il prelievo di materiali dai materiali lavorati. Le Figg. 11,14 illustrano l'adattabilità e la versatilità dei passaggi di lavorazione di secondo stadio nel condurre varie operazioni di lavorazione. La Fig. 11 illustra un passaggio di lavorazione di ricevimento del materiale di primo stadio della sezione interna simile al passaggio di sezione interna mostrato in Fig. 5. Come mostrato in Fig. 11, uno o più elementi di mescolamento 82 sono posizionati tra le scanalature di trasferimento del materiale 50a e 58a. L'elemento di mescolamento 82 si estende nel canale del passaggio 30a per una distanza prescelta per ostruire una parte della sezione trasversale del passaggio 30a per mescolare il materiale lavorato nel passaggio e/o minimizzare le fluttuazioni di temperatura nel materiale lavorato attorno alla circonferenza del passaggio. La sagoma, progettazione e dimensioni dell'elemento od elementi di mescolamento 82 possono variare a seconda del grado e del tipo di mescolamento desiderato. Elementi di mescolamento includono quelli che possono scostare via materiale portato dalle pareti di canale per far ricircolare il materiale scrostato con il materiale bloccato dall'organo di bloccaggio di canale 54a. Il materiale lavorato in un passaggio di secondo stadio della Fig. 11 viene raccolto in corrispondenza della superficie di parete di testa 56a per lo scarico attraverso la scanalatura di trasferimento di materiale 58a ad un altro passaggio di secondo stadio oppure ad un passaggio di terzo stadio.

Le Figg. 12 e 13 illustrano un'altra disposizione di elementi atti a raggiungere

una operazione di composizione prescelta in uno o più dei passaggi di lavorazione di secondo stadio. La Fig. 12 illustra un passaggio di lavorazione interno simile al passaggio di sezione interna mostrato in Fig. 7. Come mostrato, un elemento diffusore 84 è disposto vicino alla scanalatura di trasferimento 58a di un passaggio di lavorazione di secondo stadio di sezione interna simile a quello mostrato nella Fig. 7. L'elemento diffusore 84 sostanzialmente ha la stessa sagoma in sezione trasversale e le stesse dimensioni del canale 31a del passaggio 32 ed è posizionato vicino alla scanalatura di trasferimento 58a ed è disposto e adattato a diffondere materiale alimentato al passaggio in modo che le pareti in movimento del canale del passaggio 32a spingono il materiale attraverso gli interstizi forniti dai lati 85 (Fig. 13° dell'elemento diffusore 84 in modo che il materiale diffuso viene portato avanti sotto forma di strati sottili 86 (Fig. 13) da parte delle pareti del canale.

Come si vede meglio nella Fig. 13, uno spazio centrale libero viene fornito in parti del passaggio a valle dell'organo diffusore 84 e gli strati sottili 86 hanno superfici esposte nello spazio centrale libero 88. Di conseguenza, i volatili esistenti negli strati 86 possono passare nello spazio centrale 88 ed essere estratti attraverso un'apertura 90 con l'aiuto di vuoto se lo si desidera. Alternativamente l'apertura 80 può essere usata per introdurre dei materiali negli strati 86. Come mostrato il passaggio può includere più di un elemento diffusore. L'elemento diffusore 92 ridiffonde e rigenera gli strati sottili sulle pareti dei canali in movimento per fornire un secondo spazio libero centrale 88a a valle dell'organo diffusore 92. Un'altra apertura 94 comunicante con il secondo spazio libero può essere usata per aggiungere ingredienti o per prelevare gli ingredienti dagli strati sottili nella maniera descritta sopra. Il

materiale lavorato in un passaggio illustrato dalle Figg. 12 e 13 viene raccolto in corrispondenza della superficie di parete di testa 62a dell'organo di bloccaggio 60a per lo scarico attraverso l'uscita 64a ad un altro passaggio di lavorazione di secondo stadio oppure ad un passaggio di lavorazione di terzo stadio.

La Fig. 14 illustra ancora un'altra delle disposizioni di elementi strutturali che comportano passaggi di lavorazione di secondo stadio ed i passaggi di lavorazione a molti stadi della presente invenzione. La Fig. 14 illustra un passaggio di lavorazione esterno simile al passaggio esterno mostrato in Fig. 8. Una apertura 96 viene mostrata posizionata nel passaggio 36a. Ingredienti possono essere aggiunti o prelevati dal materiale lavorato nel passaggio della Fig. 14 e l'apertura (od aperture) può essere disposta in qualsiasi posizione desiderata attorno alla circonferenza del passaggio 36a tra le scanalature di trasferimento 64a e 70a. Il materiale lavorato nel passaggio della Fig. 14 viene raccolto in corrispondenza della superficie di parete di testa 68a dell'organo di bloccaggio 66a per lo scarico ad un altro passaggio esterno oppure ad un passaggio di terzo stadio. La disposizione degli elementi del passaggio illustrato è particolarmente adatta per prelevare ingredienti preferibilmente sotto vuoto dal materiale lavorato nel passaggio 36a prima dello scarico del passaggio.

Dalla descrizione di cui sopra, sarà chiaro che gli originali apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi della presente invenzione presentano molti vantaggi distintivi ed inaspettati. Gli apparecchi di lavorazione forniscono caratteristiche di prestazioni di lavorazione dei polimeri specialmente desiderabili. La progettazione distintiva della sezione interna di secondo stadio e della sezione esterna di secondo stadio separate da un terzo stadio permette una uti-

lizzazione efficace dei passaggi di secondo stadio che possono presentare una varianza tra il regime di alimentazione del materiale lavorato nel primo stadio e la capacità di lavorazione di scarico dei passaggi lavorati di secondo stadio. Tuttavia la progettazione degli apparecchi di lavorazione rotativi della presente invenzione controlla efficacemente le fluttuazioni potenziali o sovrapressioni momentanee del regime di scarico, della temperatura e della pressione che possono verificarsi nei passaggi di lavorazione a causa della varianza. Inoltre la disposizione del terzo stadio rispetto alle sezioni interna ed esterna del secondo stadio minimizza qualsiasi potenziale di perdita esterna dallo stadio di pompaggio o pressurizzazione a pressione relativamente elevata. Inoltre la disposizione è atta a raccogliere e riciclare materiale di perdita dai passaggi ad alta pressione e minimizzare la degradazione di tale materiale di perdita. Di conseguenza la presente invenzione presenta alla tecnica originali apparecchi di lavorazione rotativi a molti stadi aventi inaspettate caratteristiche perfezionate di prestazioni complessive di lavorazione in confronto agli apparecchi di lavorazione rotativi noti nella tecnica al momento in cui l'invenzione è stata fatta.

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchio rotativo di lavorazione comprendente un elemento ruotabile portante una pluralità di canali di lavorazione ed un elemento stazionario avente una superficie di chiusura coassiale operativamente disposto con detti canali per fornire passaggi di lavorazione racchiusi ed in cui i passaggi di lavorazione forniscono una pluralità di stadi di lavorazione interconnessi includenti un primo stadio di lavorazione ed un secondo stadio di lavorazione avente sezioni interne ed esterna separate da un terzo stadio di lavorazione, detto primo stadio

di lavorazione avendo almeno un passaggio comprendente un'entrata, una scanalatura di trasferimento di materiale di primo stadio ed un organo di bloccaggio associato con l'elemento stazionario e disposto in modo tale che il materiale alimentato al passaggio può essere bloccato e fornito alla scanalatura di trasferimento per il trasferimento alla sezione interna del secondo stadio di lavorazione, che include almeno un passaggio atto a ricevere materiale dalla scanalatura di trasferimento di materiale di primo stadio e comprendente un organo di bloccaggio ed una scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna associata con l'elemento stazionario e disposta in modo tale che il materiale alimentato al passaggio può essere bloccato e fornito alla scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna per il trasferimento del materiale alla sezione esterna del secondo stadio di lavorazione sopra un canale aperto di un passaggio di lavorazione di terzo stadio ed in cui la sezione esterna include almeno un passaggio atto a ricevere il materiale dalla scanalatura di trasferimento di sezione interna e comprendente un organo di bloccaggio ed una scanalatura di trasferimento di materiale di sezione esterna associata con l'elemento stazionario e disposta in modo tale che il materiale alimentato al passaggio può essere bloccato e fornito alla scanalatura di trasferimento della sezione esterna per il trasferimento al terzo stadio di lavorazione che include almeno un passaggio capace di sviluppare una pressione di scarico ed atto a ricevere materiale dalla scanalatura di trasferimento di materiale di sezione esterna e comprendente un organo di bloccaggio ed un'uscita associata con l'elemento stazionario e disposta in modo tale che il materiale può essere bloccato e scaricato dal passaggio attraverso l'uscita, e mezzi per controllare lo scarico di materiale dalla uscita stessa.

2. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui la scanalatura di trasferimento di materiale di primo stadio è distanziata dall'entrata del passaggio o passaggi di lavorazione di primo stadio per una parte principale attorno alla circonferenza del passaggio o passaggi di lavorazione di primo stadio.

3. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 comprendente mezzi per riscaldare almeno il passaggio o passaggi del primo stadio di lavorazione.

4. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui il passaggio o passaggi del primo stadio di lavorazione sono formati con un canale o canali a forma di cuneo.

5. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui il passaggio della sezione interna del secondo stadio ha una geometria prescelta che fornisce una capacità del passaggio a lavorare e scaricare il materiale lavorato nel primo stadio ad un regime di volume maggiore del regime in volume di materiale fornito al passaggio di sezione interna.

6. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui l'organo do organi di bloccaggio del passaggio o passaggi della sezione interna sono disposti a circa 180° dalla posizione circonferenziale dell'organo od organi di bloccaggio del passaggio o passaggi del primo stadio di lavorazione.

7. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 6 in cui la sezione interna include più di un passaggio ed i passaggi di sezione interna sono disposti e adattati per un funzionamento in serie.

8. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui il passaggio della sezione esterna ha una geometria prescelta che fornisce lo sviluppo di

pressione nel passaggio maggiore della pressione sviluppata del passaggio di lavorazione interno.

9. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui il primo stadio include quattro passaggi disposti ed adattati per un funzionamento in parallelo e formati con canali a forma di cuneo, la sezione interna include due passaggi disposti ed adattati per il funzionamento in serie ed aventi organi disposti a circa 180° dalla posizione circonferenziale degli organi di bloccaggio dei passaggi del primo stadio, la sezione esterna include un passaggio avente una geometria prescelta per sviluppare pressioni maggiori di quelle sviluppate in un passaggio di sezione interna ed il terzo stazio include un passaggio capace di sviluppare una pressione di scarico.

10. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui almeno un passaggio di sezione interna e/o almeno un passaggio di sezione esterna includono un elemento di mescolamento posizionato attorno alla circonferenza del passaggio ed estendentesi nel canale per mescolare il materiale lavorato nel passaggio.

11. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui almeno un passaggio di sezione interna e/o almeno un passaggio di sezione esterna include un elemento diffusore posizionato attorno alla circonferenza del passaggio ed estendentesi nel canale per diffondere materiale alimentato al passaggio sulle pareti del canale per fornire uno spazio libero a valle dell'elemento diffusore ed un'apertura disposta ed adattata a comunicare con lo spazio libero così formato, in modo che ingredienti possono essere aggiunti o prelevati dal materiale lavorato nel passaggio.

12. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui almeno un passaggio di sezione interna e/o almeno un passaggio di sezione esterna hanno

un'apertura posizionata attorno alla circonferenza del passaggio, disposta ed adattata per aggiungere ingredienti o per prelevare ingredienti dal materiale lavorato nel passaggio.

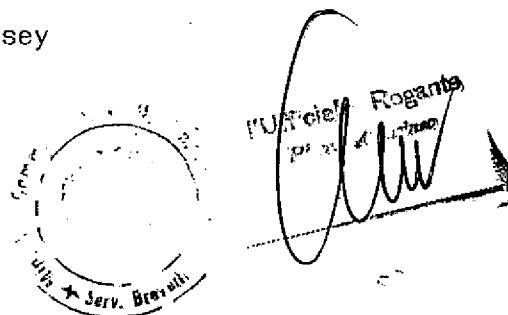
13. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui una spina regolabile disposta con la scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna per regolare il regime con cui il materiale viene trasferito attraverso la scanalatura da un passaggio di sezione interna ad un altro passaggio di sezione interna.

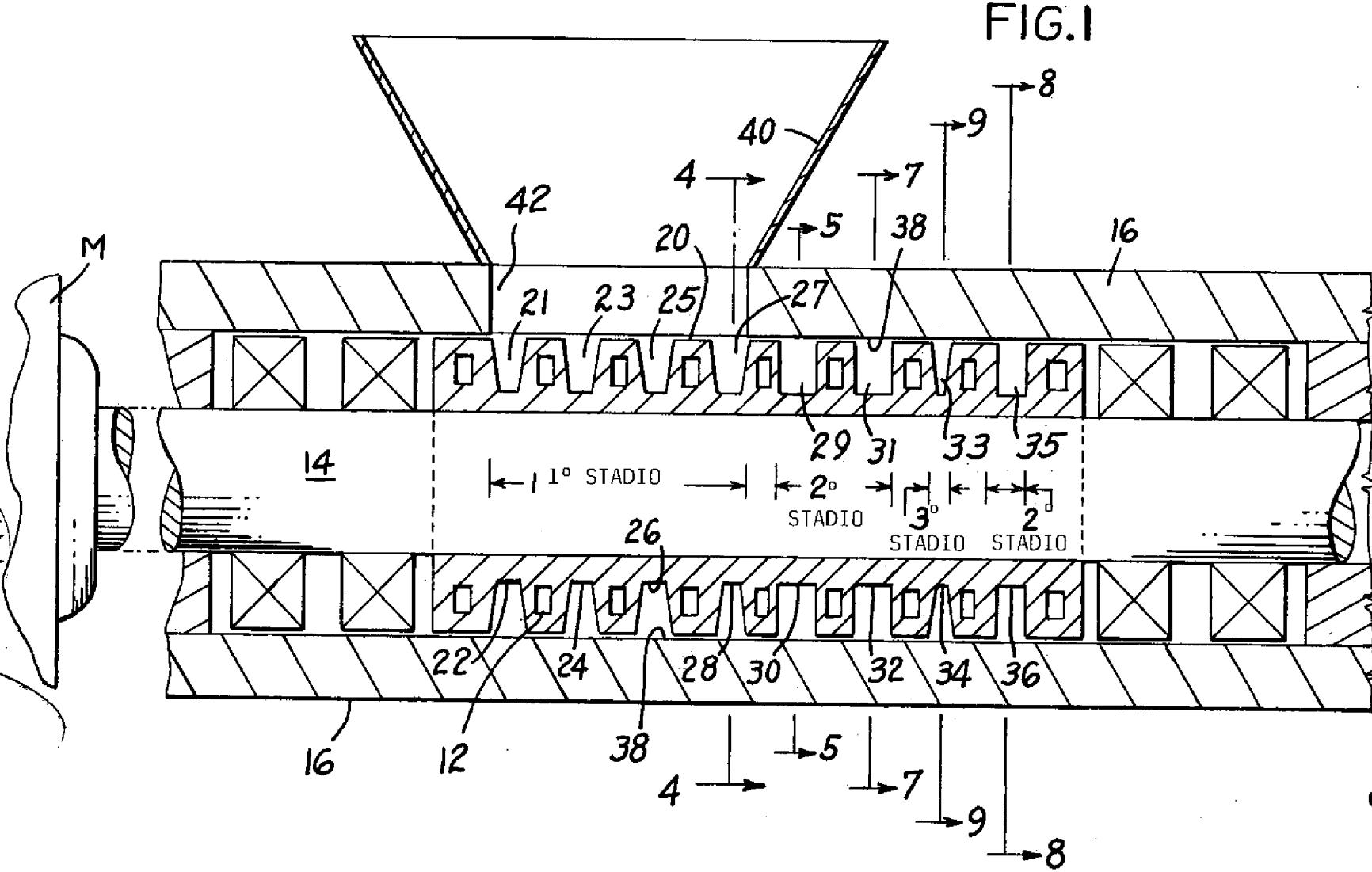
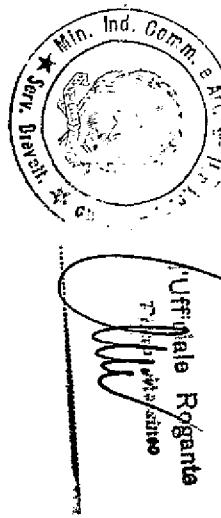
14. Apparecchio di lavorazione secondo la rivendicazione 1 in cui una spina regolabile disposta con la scanalatura di trasferimento di materiale di sezione interna per regolare il regime con cui il materiale viene trasferito da un passaggio di sezione interna ad un passaggio di sezione esterna.

pp. USM CORPORATION

Società dello Stato del New Jersey

UFFICIO BREVETTI  
RICCARDI & CO. S.R.L.





**FIG. I**

TAV. I

19008A/33

pp. USM CORPORATION

Società dello Stato del New Jersey

**UFFICIO BREVETTI**

**RICCARDO & CO. S.R.L.**

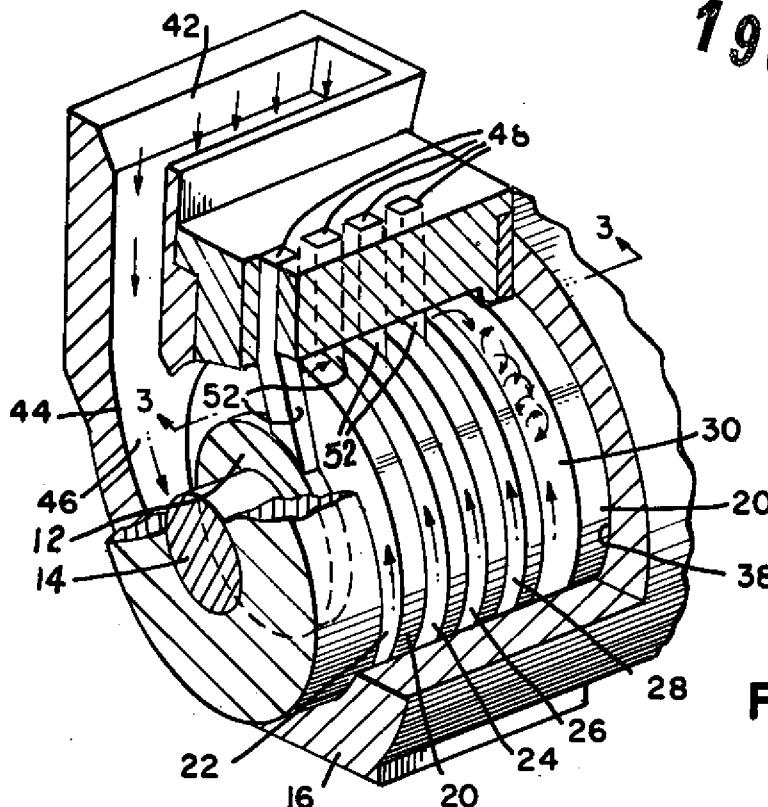


FIG. 2

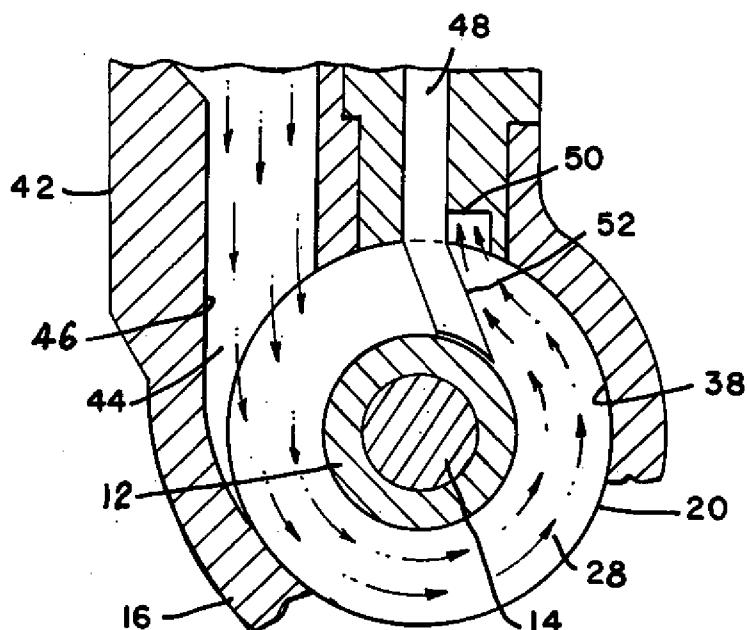


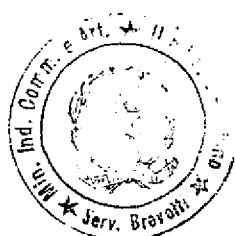
FIG. 4

pp. USM CORPORATION

Società dello Stato del New Jersey

UFFICIO BREVETTI

RICCARDI &amp; CO. S.R.L.



19008A/83

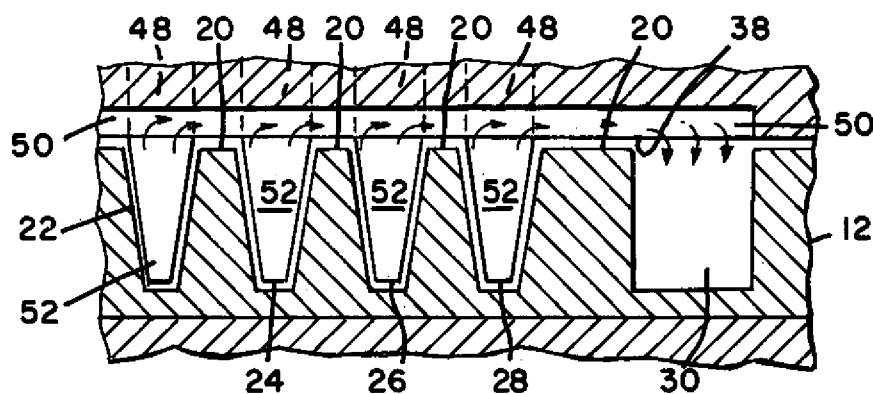


FIG. 3

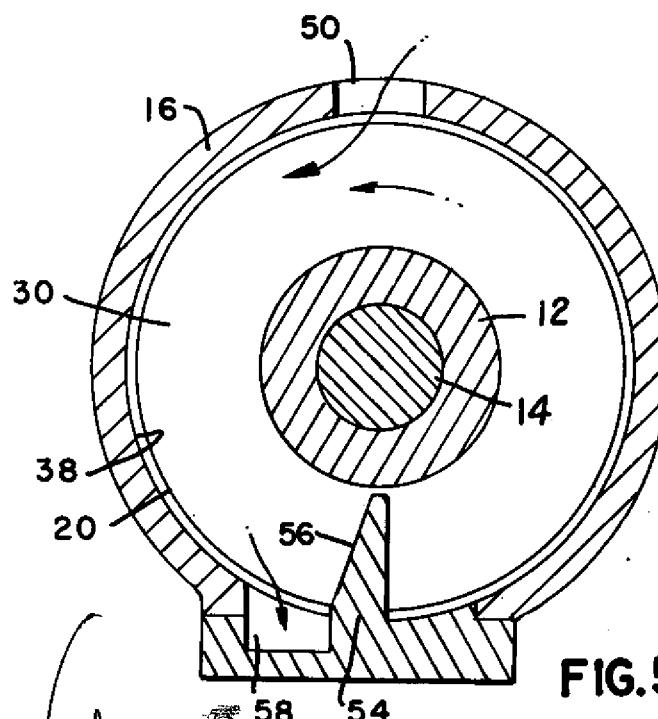


FIG. 5



pp. USM CORPORATION

Società dello Stato del New Jersey

UFFICIO BREVETTI  
RICCARDI & CO. S.p.A.

19008A/ES

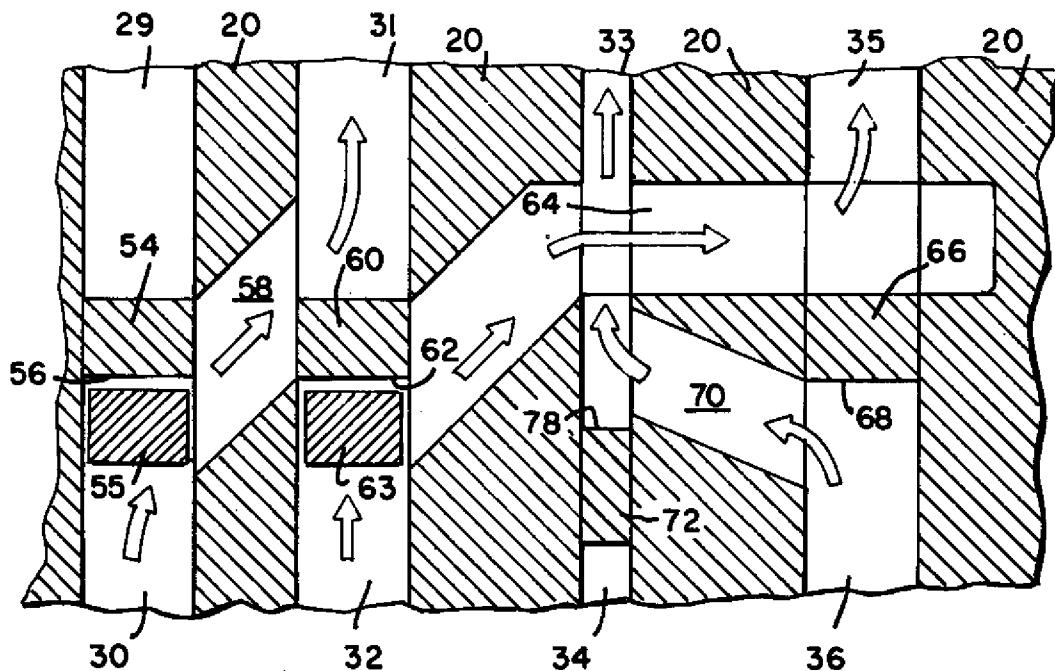


FIG. 6

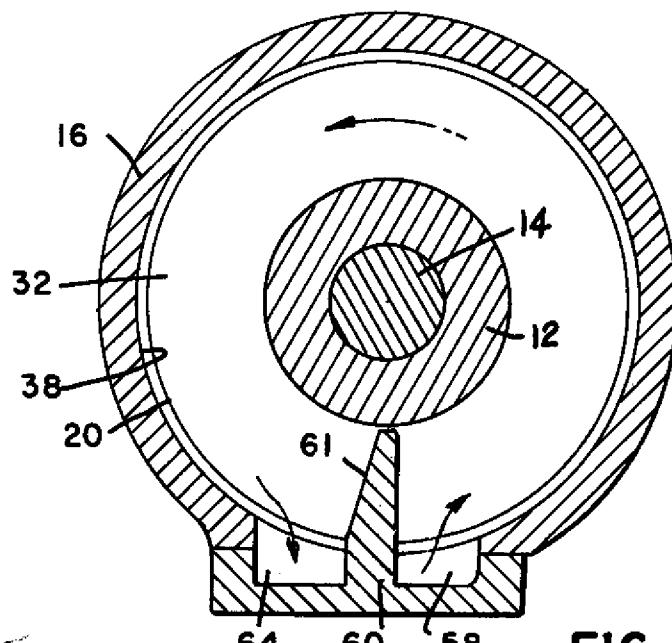


FIG. 7



I'Ufficio Rogante  
presso il deposito

pp. USM CORPORATION  
Società dello Stato del New Jersey  
UFFICIO BREVETTI  
RICCARDO & CO. S.p.A.

19993A/83

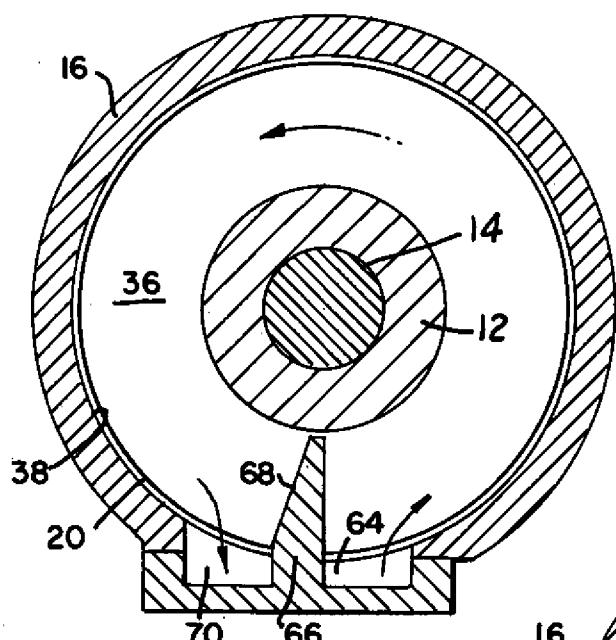


FIG. 8

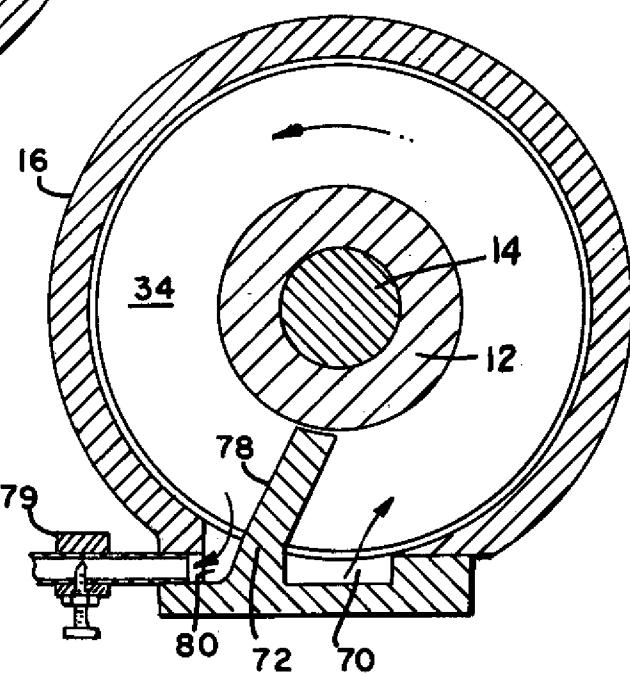


FIG. 9

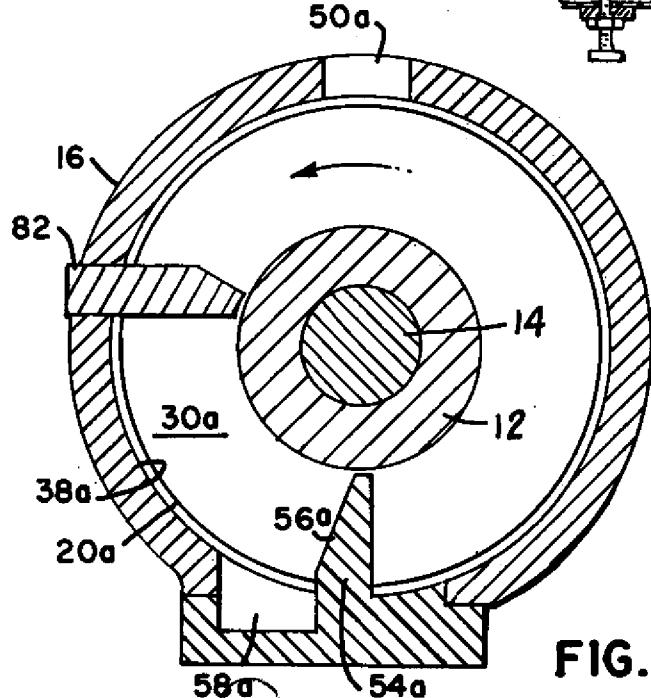
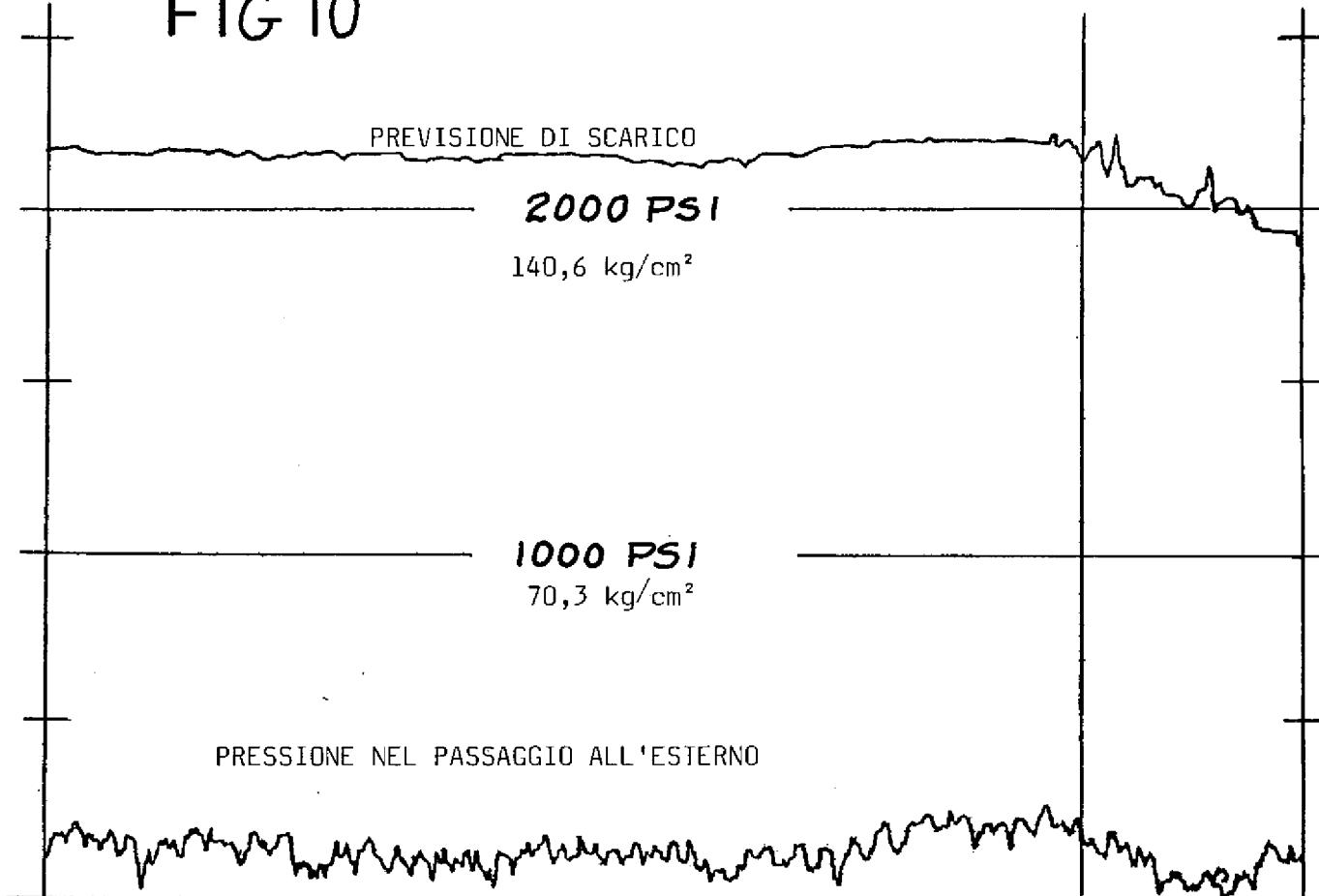


FIG. 11

l'Ufficiale Rogante  
T. M. Messineo

pp. USM CORPORATION  
Società dello Stato del New Jersey  
UFFICIO BREVETTI  
RICCARDI & CO. S.p.A.

FIG 10



pp. USM CORPORATION  
Società dello Stato del New Jersey  
UFFICIO BREVETTI  
RICCARDI & CO. S.R.L.

19008A/83

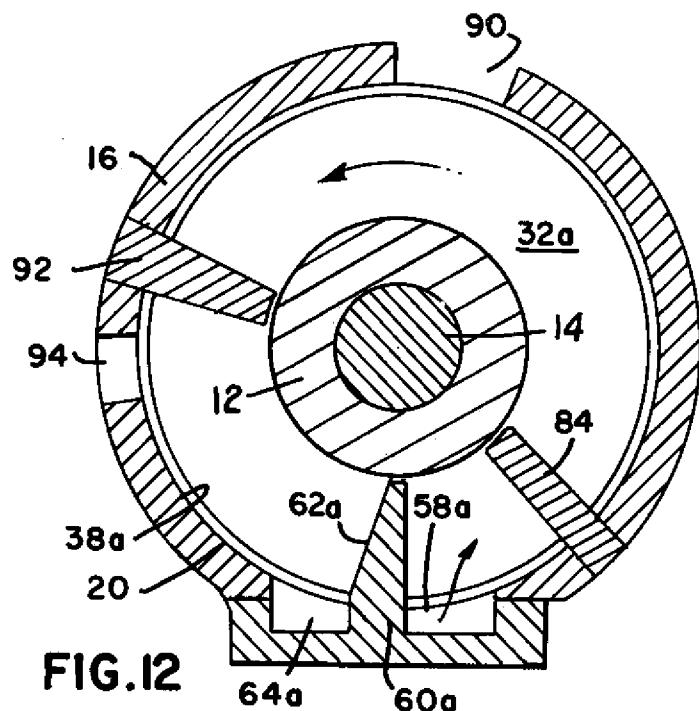


FIG. 12

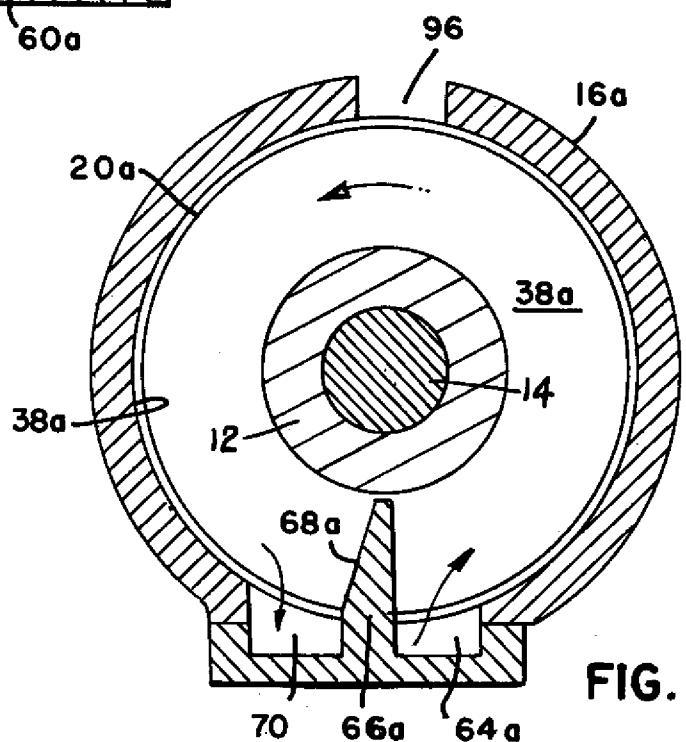


FIG. 14

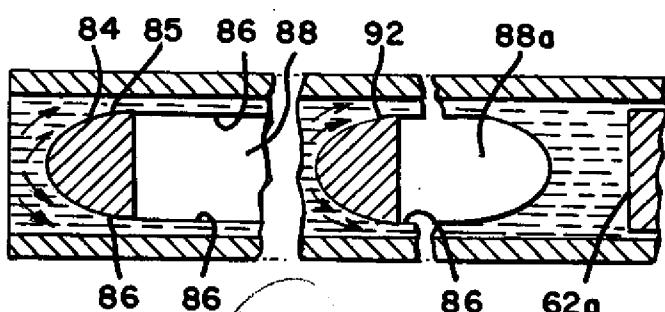


FIG. 13



I'Ufficio Rogante

pp. USM CORPORATION  
 Società dello Stato del New Jersey  
 UFFICIO BREVETTI  
 RICCARDI & CO. S.p.A.