

CONFEDERAZIONE SVIZZERA
ISTITUTO FEDERALE DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

(11) **CH 711 318 A2**

(19)

Domanda di brevetto per la Svizzera ed il Liechtenstein

Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

(51) Int. Cl.: **F02B 75/32** (2006.01)
F02B 75/22 (2006.01)
F01B 9/02 (2006.01)
F16C 3/22 (2006.01)

(12) **DOMANDA DI BREVETTO**

(21) Numero della domanda: 00952/15

(71) Richiedente:
CTL Engineering Sagl, Vicolo Nassetta 2
6900 Lugano (CH)

(22) Data di deposito: 01.07.2015

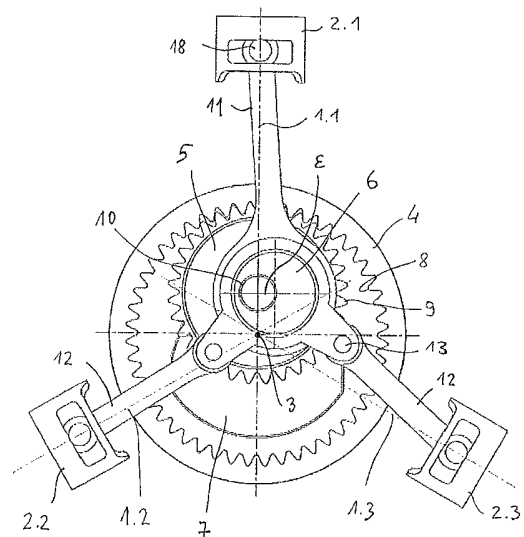
(72) Inventore/Inventori:
Giovanni Cataldo c/o CTL Engineering Sagl,
6900 Lugano (CH)

(43) Domanda pubblicata: 13.01.2017

(74) Mandatario:
Ing. Marco Zardi c/o M. ZARDI & Co. S.A., via Pioda 6
6900 Lugano (CH)

(54) **Motore alternativo a ciclo Atkinson.**

(57) Motore alternativo a combustione interna comprendente uno o più gruppi di cilindri a V o a stella e comprendente un manovellismo epicicloidale che comprende una corona fissa (4) coassiale all'albero motore e con una dentatura interna di raggio R_c , un pignone (5) con una dentatura di raggio R_p che ingrana detta corona, un eccentrico (6) ed almeno una manovella (7) di raggio R_m , detto eccentrico (6) essendo collegato rigidamente a detto pignone (5) e imperniato a detta manovella (7), nel quale i pistoni sono collegati all'eccentrico tramite bielle (11, 12).



Descrizione**Campi di applicazione**

[0001] L'invenzione riguarda il campo tecnico dei motori alternativi a combustione interna; in particolare l'invenzione riguarda un motore avente rapporto di espansione maggiore del rapporto di compressione.

Arte nota

[0002] Con il termine di motore alternativo si intende un motore a cilindri e pistoni, cioè comprendente uno o più stantuffi (pistoni) scorrevoli con moto alternato entro rispettivi cilindri.

[0003] La grande maggioranza dei motori alternativi utilizza un manovellismo ordinario centrato per connettere il pistone all'albero motore. Detto manovellismo è formato dal noto sistema biella-manovella che vincola il pistone ad una corsa prefissata e costante tra un punto morto inferiore (pmi) e un punto morto superiore (pms). Detta corsa determina il rapporto di compressione del motore e ovviamente la cilindrata.

[0004] Il ciclo termodinamico risultante (ad esempio Otto o Diesel) ha un rapporto di compressione pari al rapporto di espansione, conseguenza del fatto che la corsa del pistone tra il pmi e il pms è sempre la stessa. E' noto che un limite di questi cicli termodinamici risiede nel fatto che i gas espulsi dal cilindro hanno ancora una frazione rilevante dell'energia fornita dal combustibile, cioè in altre parole la fase di espansione non riesce a sfruttare completamente l'energia rilasciata dalla combustione.

[0005] Per superare questo limite è stato proposto un ciclo termodinamico con rapporto di espansione maggiore del rapporto di compressione, noto come ciclo di Atkinson. Il ciclo Atkinson è in grado di estrarre più energia dai gas combusti prima di espellerli, rispetto ad un convenzionale ciclo Otto, e di conseguenza ha un rendimento maggiore. Esso pertanto è molto attrattivo dal punto di vista termodinamico; tuttavia richiede un manovellismo in grado di conferire al pistone una corsa differenziata a seconda della fase del ciclo, in particolare più lunga durante la fase di espansione.

[0006] La realizzazione di un tale manovellismo introduce alcune complicazioni e fino ad ora ha frenato la diffusione di motori operanti con questo principio. Per esempio un tipo noto di manovellismo in grado di realizzare il ciclo Atkinson prevede un sistema a ginocchiera che però è pressoché inapplicabile negli odierni motori a combustione interna a causa di peso e ingombri. Un'altra possibile soluzione è rappresentata da un manovellismo comprendente un ingranaggio epicicloidale. I sistemi epicicloidali sono più compatti ed efficienti di un sistema a ginocchiera, ma sono comunque costosi e sono afflitti da perdite interne (attrito e resistenze viscose) maggiori rispetto al manovellismo originario.

[0007] Queste difficoltà sino ad ora hanno scoraggiato l'uso dei motori a ciclo Atkinson. La tecnica del manovellismo ordinario è oramai molto consolidata e viene preferita nonostante i suoi limiti.

[0008] In campo automobilistico, specialmente nei veicoli ibridi, vi sono motori che, pur utilizzando il manovellismo ordinario, realizzano una variante del ciclo Atkinson aumentando il tempo di apertura delle valvole di aspirazione. Questo accorgimento riduce il rapporto di compressione anche se meccanicamente la corsa del pistone tra il pms e il pmi è sempre la stessa; esso pertanto non riesce a sfruttare completamente l'energia dei gas combusti lasciando un margine di miglioramento. Inoltre tende a ridurre la potenza e l'aumento del tempo di apertura valvole è praticabile solo entro certi limiti. Altri modi di sfruttare l'energia residua dei gas di scarico comprendono per esempio la sovralimentazione o, in sistemi cogenerativi, il recupero del calore, ma richiedono componenti aggiuntivi esterni al motore, e sono quindi costosi e non sempre applicabili.

Sommario dell'invenzione

[0009] L'invenzione si propone di risolvere il problema sopra enunciato, di come realizzare un motore alternativo a corsa differenziata, più specificamente con corsa di espansione maggiore della corsa di aspirazione/compressione, in grado di realizzare il ciclo termodinamico noto come ciclo di Atkinson, in modo efficiente e con costi, ingombri e pesi contenuti.

[0010] Lo scopo è raggiunto con un motore alternativo a combustione interna comprendente: un albero motore; almeno due cilindri con assi angolati a 120 gradi; un rispettivo pistone scorrevole in ciascuno di detti cilindri; un manovellismo epicicloidale che collega i pistoni all'albero motore e che trasforma il moto alternato dei pistoni in un moto rotatorio, caratterizzato dal fatto che:

detto manovellismo epicicloidale comprende una corona fissa coassiale all'albero motore e avente una dentatura interna, un pignone che ingrana detta corona, almeno un eccentrico ed almeno una manovella con un rispettivo perno di manovella; detto eccentrico è collegato rigidamente a detto pignone e ha una distanza di eccentricità rispetto all'asse del pignone stesso;

l'eccentrico è imperniato in modo girevole a detto perno di manovella in modo da ruotare attorno all'asse del pignone, e i pistoni sono collegati all'eccentrico tramite collegamenti a biella.

[0011] Preferibilmente il pignone ha un raggio R_p che è pari al doppio del raggio di manovella R_m , mentre la corona ha un raggio R_c pari a tre volte il raggio di manovella R_m . Detti raggi R_p e R_c si devono intendere riferiti alla circonferenza primitiva della dentatura esterna del pignone e, rispettivamente, della dentatura interna corona dentata. Il raggio di manovella R_m è la distanza tra l'asse dell'albero motore e l'asse del perno di manovella.

[0012] Il manovellismo ha inoltre, vantaggiosamente, un opportuno sfasamento angolare tra manovella ed eccentrico. Detto sfasamento può essere definito come l'angolo formato tra la manovella e una linea congiungente il centro del pignone e il centro dell'eccentrico. Preferibilmente detto sfasamento è di 90° o di circa 90° .

[0013] In un motore a 4 tempi, il cinematismo dell'invenzione ottiene un moto alternato del pistone con corsa di espansione maggiore della corsa di compressione. Di conseguenza il rapporto di espansione è maggiore del rapporto di compressione. Detto moto del pistone risulta dalla combinazione della rotazione della manovella con la rotazione dell'eccentrico attorno al perno di manovella, e dal fatto che i pistoni sono imbiellati all'eccentrico medesimo. Più nel dettaglio, la differenza tra le corse di compressione e di espansione è correlata all'eccentricità.

[0014] Il principale vantaggio dell'invenzione è nel fatto che il cinematismo è semplice, compatto e leggero; esso inoltre consente di collegare allo stesso eccentrico 2 pistoni a V di 120° oppure 3 pistoni a stella.

[0015] 1 menzionati rapporti tra raggio di manovella R_m , raggio del pignone R_p (pari a $2 R_m$) e raggio della corona R_c (pari a $3 R_m$) apportano i seguenti vantaggi: il pignone ha un diametro relativamente grande, ciò che riduce le sollecitazioni sui denti durante la fase di combustione; le perdite per attrito viscoso sono limitate e comparabili con quelle di un manovellismo ordinario grazie al fatto che la velocità relativa tra biella ed eccentrico risulta relativamente bassa, essendo metà della velocità dell'albero motore, mentre il perno tra manovella ed eccentrico, che ruota a velocità più elevata, ha un diametro piccolo che limita le perdite.

[0016] Si deve anche notare che il manovellismo dell'invenzione comprende solo due componenti aggiuntivi rispetto al manovellismo ordinario, e cioè la corona fissa e il pignone con eccentrico solidale. Detti due componenti sono realizzabili con procedimenti noti e non particolarmente costosi, e pertanto il costo del manovellismo dell'invenzione è simile al costo di un manovellismo ordinario.

[0017] Ancora più vantaggiosamente il motore comprende due gruppi di cilindri disposti a V o a stella da parti opposte rispetto a detta corona fissa del manovellismo. Tali realizzazioni possono essere definite a doppia V o rispettivamente a doppia stella.

[0018] In un motore a doppia V o doppia stella, il manovellismo comprende preferibilmente due eccentrici fissati al medesimo pignone, cioè un eccentrico per ciascuno dei due gruppi di cilindri. L'invenzione quindi consente di realizzare motori pluricilindrici (fino a 6 cilindri) sfruttando un singolo manovellismo epicicloidale e una singola manovella, con ingombro assiale molto contenuto e nettamente inferiore all'ingombro dei motori convenzionali a V o in linea. L'albero motore più corto è meno soggetto a sollecitazioni torsionali e più in generale il ridotto ingombro assiale facilita l'alloggiamento del motore.

[0019] Si deve notare che il motore dell'invenzione è modulare e può essere realizzato con un numero ancora maggiore di cilindri. Un motore fino a 6 cilindri è realizzabile con una singola manovella, quindi ad esempio con due manovelle si possono azionare 12 cilindri ottenendo una costruzione estremamente compatta e leggera in rapporto al frazionamento. Le realizzazioni pluricilindriche sono particolarmente attrattive perché il manovellismo dell'invenzione può avere un costo leggermente superiore ad un manovellismo convenzionale; in un motore pluricilindrico però questo costo aggiuntivo è compensato dal grande vantaggio della compattezza, oltre che dal migliore rendimento del ciclo Atkinson. Un motore pluricilindrico secondo l'invenzione ha un elevato rendimento e un favorevole rapporto peso/potenza che lo rende molto competitivo con la tecnica tradizionale.

[0020] La disposizione dei cilindri a stella è particolarmente preferita, consentendo di avere 3 cilindri (stella singola) o 6 cilindri (doppia stella) per singola manovella; tuttavia il motore dell'invenzione può comprendere uno o più gruppi di 2 cilindri a 120° (disposizione a V).

[0021] I collegamenti a biella tra i pistoni e l'eccentrico possono comprendere una singola biella per ciascun pistone oppure un sistema a biella madre e biellette. Con questo termine si intende un sistema comprendente una biella madre, opportunamente sagomata, che ha un piede collegato ad uno dei pistoni e una testa imperniata direttamente all'eccentrico, e rispettive biellette per gli altri pistoni, dette biellette essendo imperniate alla biella madre, anziché direttamente all'eccentrico. Questa variante si applica anche a motori con una pluralità di V o stelle.

[0022] I vantaggi di un collegamento a biella madre e biellette sono la riduzione dell'ingombro assiale e la semplificazione costruttiva, dal momento che solo la biella madre è collegata all'eccentrico. Il collegamento all'eccentrico deve essere accurato e tipicamente richiede un cuscinetto idrodinamico, mentre il collegamento tra biellette e biella madre è generalmente realizzabile con mezzi meno costosi. Un cuscinetto idrodinamico introduce perdite per attrito viscoso; l'invenzione consente anche di ridurre queste perdite in quanto si ha solo un cuscinetto idrodinamico per 3 cilindri.

[0023] L'invenzione consente di realizzare motori a combustione interna superiori ai motori attualmente diffusi, caratterizzati da un elevato rendimento, grazie alla implementazione del ciclo Atkinson, e da una elevata potenza in rapporto alle dimensioni e al peso, grazie alla compatta disposizione dei cilindri, il tutto con costi analoghi a quelli dei motori convenzionali.

[0024] Un altro notevole vantaggio è dato dal fatto che si ottengono buoni rendimenti anche con rapporti di compressione relativamente bassi: questo è un vantaggio nel caso di utilizzo di carburanti di scarsa qualità aventi un basso numero di ottani. Inoltre con bassi rapporti di compressione le temperature massime si riducono, a vantaggio della durata dei componenti «caldi» del motore che sono sottoposti a minore stress termico.

[0025] L'invenzione è applicabile a motori a combustione interna per qualsiasi utilizzo e di taglia piccola o grande, compresi per esempio gli utilizzi stazionari, l'azionamento di macchine operatrici, unità di cogenerazione, e la trazione di veicoli. Nell'ambito dei veicoli, l'invenzione è applicabile con successo nel campo automobilistico ma anche in quello ferroviario e navale; in questi ultimi due settori la riduzione della quantità di carburante necessario (grazie al migliore rendimento) ha un impatto notevole. Inoltre un motore secondo l'invenzione è pienamente compatibile con i vari accorgimenti tecnici già noti nel campo dei motori a combustione interna (es. sovralimentazione, ecc.) per aumentare la potenza o l'efficienza o per ridurre i consumi, i quali potranno essere applicati secondo le esigenze.

[0026] I vantaggi saranno ancor più chiari con la seguente descrizione che illustra alcune realizzazioni preferite, con l'aiuto delle figure.

Descrizione delle figure

[0027]

La fig. 1 è una vista frontale dei principali componenti di un motore alternativo a pistoni secondo un modo di realizzare l'invenzione.

La fig. 2 mostra i componenti di fig. 1 in esploso.

La fig. 3 è uno schema che illustra alcuni parametri di funzionamento del manovellismo secondo l'invenzione.

La fig. 4 è uno schema che illustra un altro parametro del manovellismo, in particolare lo sfasamento dell'eccentrico.

La fig. 5 è un particolare ingrandito di fig. 3.

La fig. 6 è un diagramma che illustra il movimento del pistone in un motore secondo l'invenzione.

La fig. 7 mostra i componenti di un motore secondo un altro modo di realizzazione, comprendente due gruppi di cilindri su un'unica manovella.

La fig. 8 è una sezione esemplificativa di un motore del tipo di fig. 7.

Descrizione dettagliata

[0028] La fig. 1 mostra i componenti di un motore a tre cilindri a stella a 120° , e indica gli assi cilindri 1.1, 1.2 e 1.3. Nei cilindri scorrono rispettivi pistoni 2.1, 2.2 e 2.3. L'albero motore è perpendicolare al piano di fig. 1 e ha un asse di rotazione passante per il punto 3 di intersezione degli assi cilindri.

[0029] La testa del motore (valvole, condotti, etc.) non è essenziale ai fini dell'invenzione e può essere realizzata secondo la tecnica di per sé nota, pertanto non sarà descritta nel dettaglio.

[0030] Per la comprensione dell'invenzione, invece, si deve notare che il motore comprende un manovellismo epicicloidale che converte il moto alternato dei pistoni 2.1, 2.2 e 2.3 in un moto di rotazione dell'albero motore attorno all'asse 3. Detto manovellismo essenzialmente include una corona 4, un pignone 5, un eccentrico 6 e una manovella 7.

[0031] La corona 4 ha una dentatura interna 8 di raggio primitivo R_c ; il pignone 5 ingrana detta corona 4 con una dentatura esterna 9 di raggio primitivo R_p , che si accoppia alla dentatura 8. La corona 4 è fissa, cioè per esempio è solidale al telaio o al basamento del motore.

[0032] L'eccentrico 6 è collegato rigidamente a detto pignone 5 e presenta una distanza di eccentricità ϵ rispetto all'asse del pignone stesso.

[0033] La manovella 7 porta un perno 10 e ha un raggio di manovella R_m , che corrisponde alla distanza tra l'asse 3 e l'asse di detto perno 10. L'eccentrico 6 è montato girevolmente su detto perno 10. In particolare il perno 10 è accolto nella sede 22 che come si nota in fig. 2 è disassata rispetto al corpo sostanzialmente cilindrico dell'eccentrico 6 e coincidente con l'asse del pignone 5.

[0034] I pistoni sono collegati all'eccentrico 6 tramite collegamenti a biella che nell'esempio di fig. 1 sono realizzati con una biella madre (o biella principale) 11 per il pistone 2.1 e due biellette (o bielle secondarie) 12 per i restanti pistoni 2.1 e 2.3. La biella madre 11 è imperniata direttamente all'eccentrico 6 mentre le biellette 12 sono collegate alla biella madre 11 con perni 13. Il collegamento del piede di biella ai pistoni è realizzabile in modo convenzionale, ad esempio con spinotti 18.

[0035] I componenti del manovellismo sono ancor meglio visibili nell'esploso di fig. 2, che mostra i perni di banco 14, corrispondenti all'asse motore 3, e il perno 10 sul quale è girevole l'eccentrico 6. Si nota inoltre la particolare forma della testa 15 della biella madre 11 che per esempio presenta coppie di alette 16 che portano i perni 13 delle biellette 12, e il cuscinetto 17 che realizza l'accoppiamento girevole tra la testa della biella madre 11 e l'eccentrico 6.

[0036] Le principali grandezze che definiscono la geometria del manovellismo sono i menzionati raggi R_c , R_p e R_m e l'eccentricità ϵ . Dette grandezze sono mostrate nello schema di fig. 3 e sono ancor meglio visibili in fig. 5.

[0037] Tra i raggi R_p , R_m e R_c esistono le seguenti relazioni:

$$R_p = 2 R_m;$$

$$R_c = 3 R_m.$$

[0038] La fig. 4 mostra un altro parametro geometrico del manovellismo, cioè lo sfasamento δ tra eccentrico e manovella. Preferibilmente detto sfasamento è pari a 90° come in figura.

[0039] In fig. 3 e 4 per semplicità è mostrato un solo pistone e non sono mostrate le bielle 12.

[0040] Osservando in particolare le fig. 3–5, si comprende il funzionamento del manovellismo dell'invenzione.

[0041] Si supponga per esempio che la manovella abbia una velocità di rotazione (velocità angolare) ω attorno all'asse motore 3. Il perno 10 ruota con detta velocità ω percorrendo una traiettoria circolare 19 (fig. 5) di raggio R_m , imposta dal vincolo di manovella. L'eccentrico 6, essendo montato sul perno 10, percorre la medesima traiettoria e inoltre, per effetto dell'ingranamento con la corona fissa 4, ruota attorno al perno 10 in senso opposto a detta velocità ω . Per effetto dei rapporti dimensionali tra i raggi, la velocità di rotazione dell'eccentrico 6 rispetto al riferimento fisso è metà della velocità di rotazione della manovella 7. Si ha quindi:

$$\text{velocità angolare della manovella} = \omega$$

$$\text{velocità angolare dell'eccentrico} = -\omega/2.$$

[0042] Poiché la biella 11 è impernata sull'eccentrico 6, la testa di biella segue il movimento dell'eccentrico che è la composizione del moto circolare del perno 10 e della rotazione dell'eccentrico 6 attorno al perno stesso con velocità dimezzata e discorde.

[0043] Per effetto dei vincoli esistenti, nonché dell'eccentricità ε , il moto risultante del pistone 2.1 approssimativamente deriva dalla composizione di:

un moto armonico di ampiezza R_m e pulsazione ω , generato dal moto del perno di manovella 10 rispetto al telaio fisso;

un moto armonico di ampiezza ε e di pulsazione $\omega/2$ generato dalla rotazione dell'eccentrico sul perno 10.

[0044] Tale relazione è approssimata poiché trascura l'inclinazione della biella 11 rispetto all'asse cilindro ma consente comunque di comprendere il principio di funzionamento. Con opportuna fase tra questi due moti, determinata dalla geometria del sistema e in particolare dallo sfasamento tra manovella ed eccentrico, il moto risultante del pistone raggiunge alternativamente, ogni due giri, un primo punto morto inferiore e un secondo punto morto inferiore, a diversa distanza dal punto morto superiore.

[0045] La fig. 6 rappresenta un grafico avente sull'asse orizzontale l'angolo di rotazione dell'albero motore da 0 a 720° (due giri) e sull'asse verticale lo spostamento lineare del pistone. Le linee tratteggiate I e II rappresentano i due moti armonici sopra menzionati, e la linea continua III rappresenta il moto risultante dalla loro composizione (moto del pistone).

[0046] Introducendo il tempo t e l'angolo di rotazione α definito come $\alpha = \omega t$ nonché lo sfasamento angolare δ tra manovella ed eccentrico, la posizione del pistone lungo l'asse 1 può essere descritta dall'equazione:

$$\varepsilon \sin(\alpha/2) + R_m \sin(\alpha + \delta)$$

che corrisponde alla linea III. La differenza tra le corse di compressione e di espansione è pari a 2ε .

[0047] Il motore opera con le fasi note di aspirazione, compressione, espansione e scarico. Il primo punto morto inferiore è raggiunto al termine della fase di aspirazione, mentre il secondo punto morto inferiore è raggiunto al termine della fase di espansione. Di conseguenza la corsa di espansione è maggiore della corsa di compressione e il motore realizza il desiderato ciclo di Atkinson.

[0048] Nelle figure, e in particolare fig. 2, si apprezza la compattezza del motore secondo l'invenzione.

[0049] La fig. 7 mostra una realizzazione con due gruppi di pistoni 20, 21 da parti opposte di una singola corona fissa 4. Nell'esempio i due gruppi 20, 21 hanno tre pistoni ciascuno, rispettivamente il primo gruppo 20 comprende i pistoni 2.1–2.3 e il secondo gruppo comprende i pistoni 2.4–2.6. I pistoni 2.1–2.3 e rispettivamente 2.4–2.6 sono disposti a stella a 120 gradi; di conseguenza si ha un motore a 6 cilindri a doppia stella.

[0050] Il gruppo 20 è analogo a quello delle fig. 1 e 2 ed è montato sull'eccentrico 6; il gruppo 21 costruttivamente è identico al gruppo 20 ed è montato su un secondo eccentrico 6a (fig. 8), anch'esso solidale al pignone 5. Questa realizzazione è estremamente compatta e conferisce al motore una notevole potenza in rapporto a peso e dimensioni, consentendo di azionare i sei pistoni 2.1–2.6 con una sola manovella. In pratica la realizzazione di fig. 7 consente di raddoppiare il numero dei cilindri aggiungendo solamente un eccentrico.

[0051] Si deve notare che per ottenere la cinematica corretta lo sfasamento angolare tra i due eccentrici 6 e 6a deve avere un valore definito in base allo sfasamento angolare dei due gruppi di cilindri. Ad esempio dato un generico sfasamento angolare β tra detti due eccentrici, i pistoni del secondo gruppo collegati al secondo eccentrico 6a (e rispettivi cilindri) hanno assi sfalsati di un opportuno angolo ϕ rispetto ai pistoni e cilindri del primo gruppo connesso all'eccentrico 6, e detto angolo (in gradi) può essere calcolato con la formula:

$$\phi = 120^\circ - 2/3 \beta.$$

[0052] Dal punto di vista dell'equilibratura, si può osservare che ogni gruppo di 3 cilindri a stella ha le forze di inerzia del 1° ordine equilibrate (mediante contrappesi sull'albero motore); quelle del 2° ordine possono essere equilibrate ad esempio con un albero controrotante.

[0053] In altre versioni (non mostrate) il motore dell'invenzione può comprendere uno o più gruppi di 2 cilindri a 120 gradi (disposizione a V). Sono quindi possibili realizzazioni con due o più «stelle» oppure «V» di cilindri.

[0054] L'invenzione raggiunge gli scopi sopra enunciati, mettendo a disposizione una soluzione attrattiva per implementare il ciclo termodinamico di Atkinson.

Rivendicazioni

1. Motore alternativo a combustione interna comprendente:
un albero motore;
almeno due cilindri, in cui gli assi dei cilindri sono angolati a 120 gradi,
un rispettivo pistone scorrevole in ciascuno di detti cilindri con moto alternato lungo l'asse cilindro,
un manovellismo epicicloidale che collega i pistoni all'albero motore, atto a trasformare il moto alternato dei pistoni in un moto rotatorio,
caratterizzato dal fatto che:
detto manovellismo epicicloidale comprende una corona fissa (4) coassiale all'albero motore e avente una dentatura interna, un pignone (5) che ingrana detta corona, almeno un eccentrico (6) ed almeno una manovella (7) con un rispettivo perno di manovella (10),
detto eccentrico (6) è collegato rigidamente a detto pignone (5) e ha una distanza di eccentricità (ϵ) rispetto all'asse del pignone stesso,
l'eccentrico (6) è imperniato in modo girevole a detto perno di manovella (10) ed è disposto in modo tale da ruotare attorno all'asse di detto pignone (5), e i pistoni sono collegati all'eccentrico tramite collegamenti a biella (11, 12).
2. Motore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che:
la dentatura interna della corona (4) ha un raggio R_c ; detto pignone (5) ha una dentatura esterna di raggio R_p ; detta manovella (7) ha un raggio di manovella R_m ,
e dal fatto che: detto raggio R_p del pignone è pari al doppio del raggio di manovella R_m , e detto raggio R_c della corona è pari a tre volte il raggio di manovella R_m .
3. Motore secondo la rivendicazione 1 o 2, comprendente almeno tre cilindri disposti a stella e angolati a 120 gradi.
4. Motore secondo la rivendicazione 1 o 2, avente uno sfasamento tra manovella (7) ed eccentrico (6) di circa 90 gradi.
5. Motore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente due gruppi di cilindri (20, 21) da parti opposte rispetto a detta corona (4).
6. Motore secondo la rivendicazione 5, detti due gruppi di cilindri essendo entrambi collegati a detto pignone (5) tramite due rispettivi eccentrici (6, 6a) fissati a detto pignone (5), e i due eccentrici essendo montati girevolmente su uno stesso perno (10) di manovella.
7. Motore secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui ciascun gruppo di cilindri comprende due cilindri a V di 120 gradi oppure tre cilindri a stella distanziati di 120 gradi tra di loro.
8. Motore secondo la rivendicazione 6, in cui detti due gruppi di cilindri hanno assi sfalsati di un angolo pari a $\phi = 120^\circ - 2/3 \beta$, in cui β è lo sfasamento angolare in gradi tra detti due eccentrici.
9. Motore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il collegamento a biella tra un gruppo di pistoni e l'eccentrico comprende una biella principale (11) con piede collegato ad uno dei pistoni (2.1) del gruppo e testa (15) imperniata direttamente all'eccentrico, e una o più bielle secondarie (12) che collegano gli altri pistoni (2.2, 2.3) del gruppo alla biella madre (11).

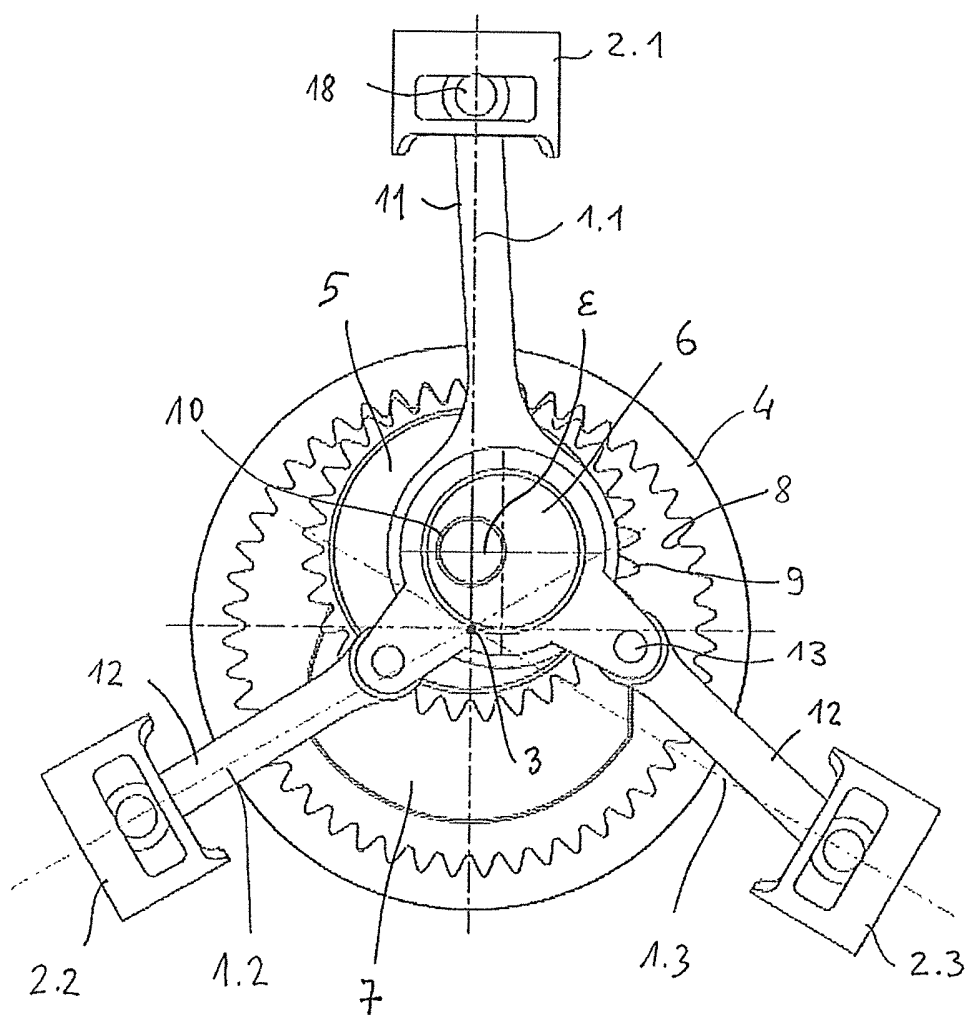


FIG. 1

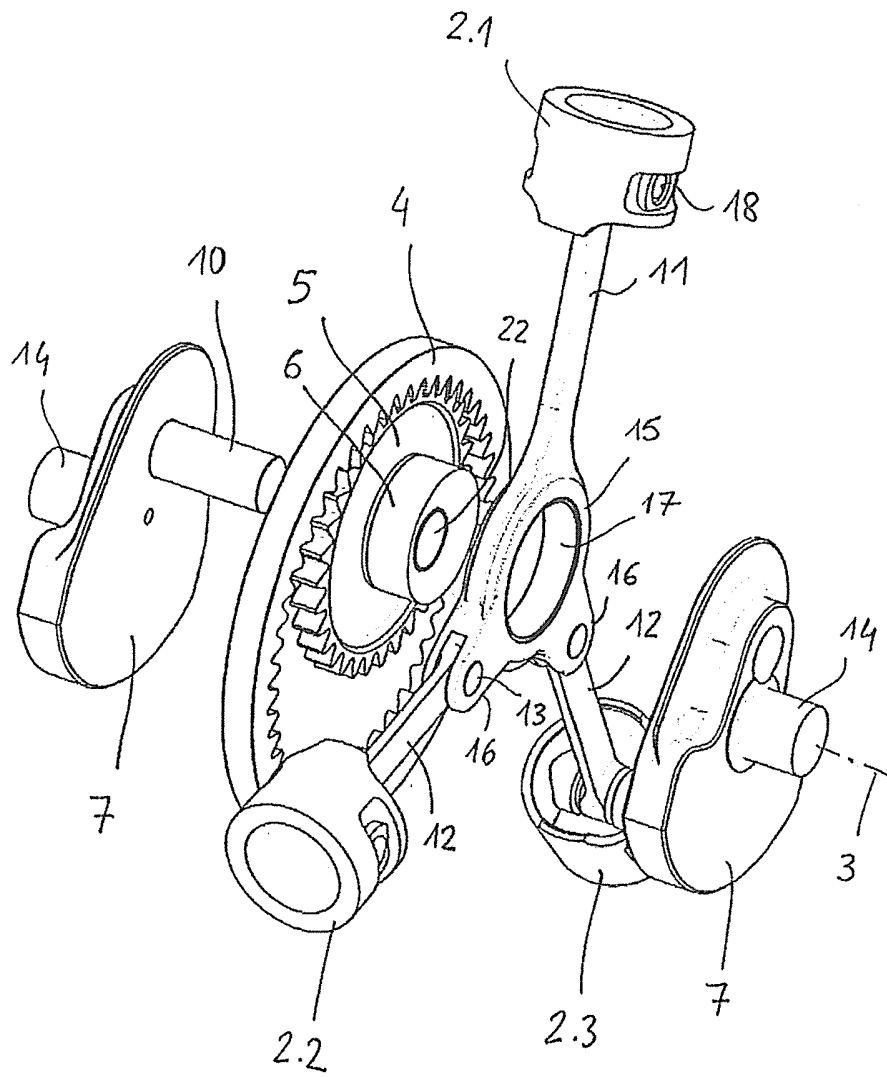
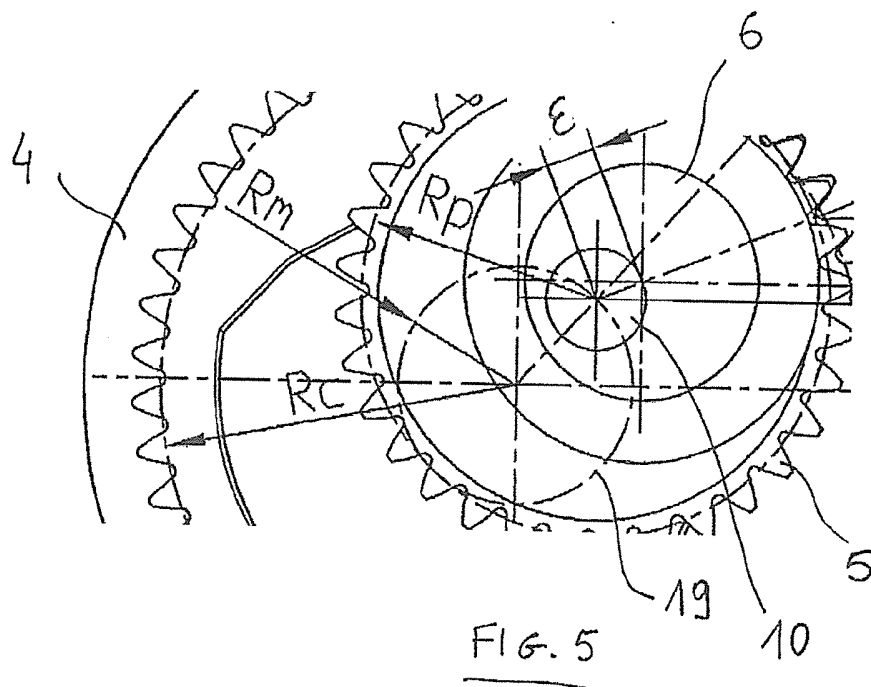
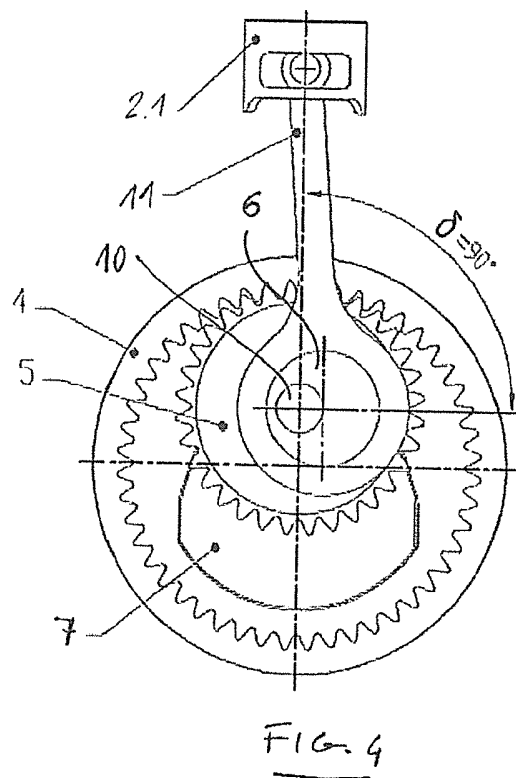
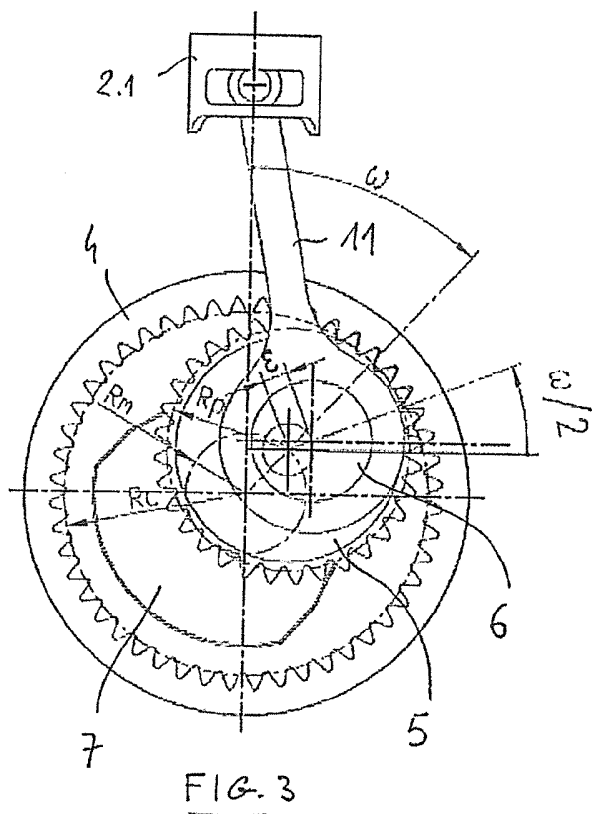


FIG. 2



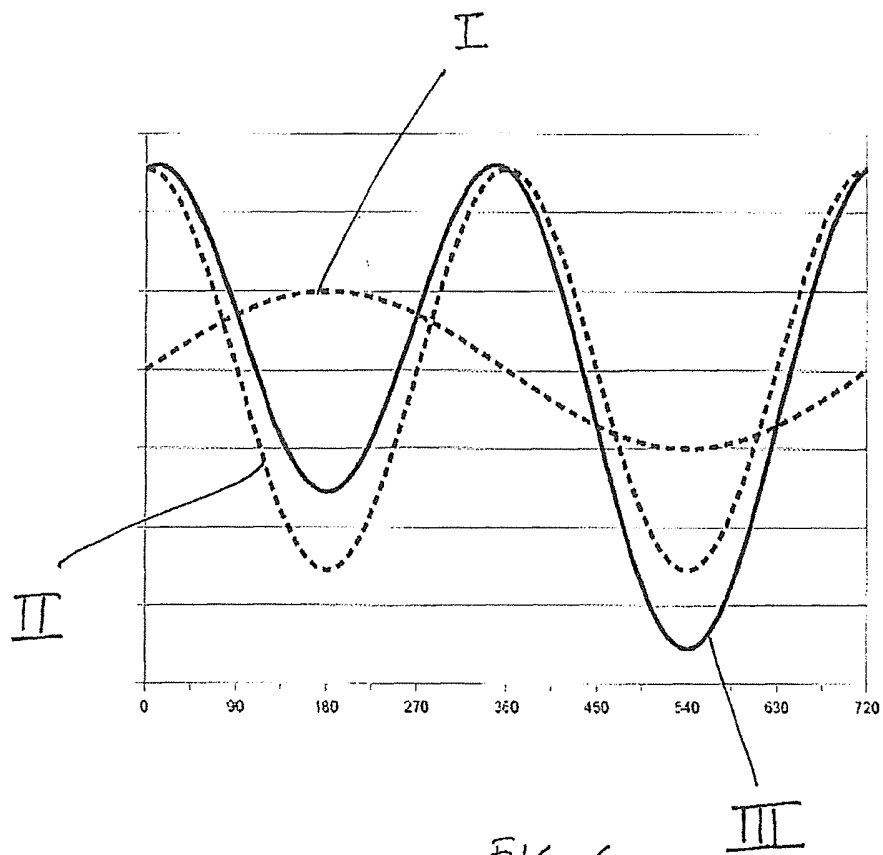


FIG. 6

