



(11) FREMLÆGGESESSKRIFT 142775

DANMARK

(51) Int. Cl.³ F 02 B 37/02



(21) Ansøgning nr. 6162/70 (22) Indleveret den 3. dec. 1970

(24) Løbedag 3. dec. 1970

(44) Ansøgningen fremlagt og
fremlæggesesskriftet offentliggjort den 19. jan. 1981

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(30) Prioritet begæret fra den
4. dec. 1969, 18060/69, CH

-
- (71) BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN BOVERI & CIE., CH-5401 Baden, CH.
- (72) Opfinder: Erwin Meier, Bombachhalde 27, Zuerich, CH: Gottlieb Zehnder, Tobel-Strasse 11, Kirchdorf, CH.

(74) Fuldmægtig under sagens behandling:
Ingeniørfirmaet Lehmann & Ree.

(54) Flercylindret forbrændingsmotor med en impulsladet turbolader.

Opfindelsen angår en flercylindret forbrændingsmotor med en impulsledet turbolader, og hvor en gruppe af motorens cylindre er sluttet til et indløb til turboladerens turbine, og hvor udstødsudløbene fra mindst to cylindre i den pågældende gruppe er sluttet til en for disse cylindre fælles udstødsledning, og hvor denne udstødsledning samt udstødsledningen fra mindst én anden af cylindrene i den pågældende gruppe sammen med udstødsledningen fra de nævnte mindst to cylindre er sluttet til det nævnte indløb til turboladerens turbine.

Hvad angår den kendte teknik skal der her henvises til "Brown Boveri Mitteilungen", bind 55, nr. 8, side 424. Herfra kendes der en motor med otte cylindre. Motorcylindrene er sluttet til turbinen til en turbolader. Udstødsudløbene fra to af motorens cylindre, nemlig nr. 1 og 8 er sluttet til en for disse cylindre fælles udstødsledning. Udstødsudløbene fra to andre cylindre, nemlig nr. 2 og 7, er ligeledes sluttet til en for disse cylindre fælles udstødsledning, og de to udstødsledninger fra de fire cylindre nr. 1,8 og 2,7 er sluttet til et for disse fælles turbineindløb. Endvidere er cylindrene nr. 3 og 6 koblet til en fælles udstødsledning, og det samme gælder cylindrene nr. 4 og 5. Også udstødsledningerne fra disse sidste cylindre er koblet til et for disse fælles turbineindløb. I dette tilfælde er indløbet til turbinen altså opdelt i to delindløb, som hver modtager udstødene fra en gruppe på fire cylindre. Der foreligger naturligvis også den mulighed, at motoren forsynes med to turboladere, hvor hver af turboladerens turbiner fødes af fire cylindre. Hvis det havde drejet sig om en seks-cylindret motor, kunne man have opdelt disse i to grupper på hver tre cylindre. To af cylindrene til hver gruppe ville man i dette tilfælde have koblet til en for disse fælles udstødsledning, og man ville slutte denne udstødsledning samt udstødsledningen fra den tredje cylinder til en og samme turbine eller et og samme turbinedelindløb, og man ville have gjort det samme med den anden gruppe på tre cylindre. Hidtil har man været af den opfattelse, at indløbet til en impulsledet turbolader eller til hvert delindløb til en sådan turbolader maksimalt kunne fødes fra fire cylindre og kun under forudsætning af, at disse er koblet sammen to og to, nemlig således at to cylindre, som har stor tændingsafstand, sammenkobles, og disse sammenkobles med to sammenkoblede cylindre, der ligeledes har stor tændingsfølgeafstand. Årsagen hertil er, at der opstår en refleksionstrykbølge, når et udstødsstød når frem til turbineindløbet, og denne refleksionstrykbølge vil forplante sig til de cylindre, som er sammenkoblede med den cylin-

der, der udstøder. Man skal derfor sørge for, at udstødsudløbet fra en cylinder er lukket, når reflektionstrykbølgen fra en anden cylinder når frem til denne. Hvis mere end fire cylindre er koblet til samme turbineindløb eller turbinedelindløb, vil reflektionsbølgen fra udstødet fra en cylinder genere skylningen af en eller flere andre cylindere, som hører til den samme gruppe. Endvidere har det ifølge den hidtil gældende opfattelse været nødvendigt at sammenkoble de cylindre, hvis udstødsudløb er forbundet med hinanden, ved hjælp af en lang udstødsledning for at opnå, at udstødsreflektionsbølgen stammende fra den ene af cylindrerne ikke skal genere den anden cylinder ved hurtiggående motorer. En sådan lang udstødsledning, som forbinder de to cylindre med hinanden, vil nemlig forsinke reflektionsbølgen, som stammer fra udstødningen fra den ene cylinder, så meget, at den anden cylinder når at afslutte sin skylleperiode, inden den pågældende reflektionsbølge når frem til den sidstnævnte cylinder.

Den flercylindrede forbrændingsmotor ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at antallet af cylindre i gruppen mindst er fem, og at udstødsledningerne fra samtlige cylindre i den pågældende gruppe er forbundet med et samlerørsafsnit gennem hver sin dyse, og at dette samlerørsafsnit er forbundet med det nævnte turbineindløb ved hjælp af et overgangsrør, samt at der i samlerørsafsnittet udmunder mindst to med udstødningsledningerne fra den pågældende gruppe forbundne dyser, samt at der, såfremt kun to udstødsledninger er sluttet til turbineindløbet, da til samlerøret og ved hjælp af en dyse er sluttet en afstemningsbeholder.

Ifølge opfindelsen er det således lykkedes at overskride den i det foregående omtalte grænse på fire cylindre pr. gruppe, og dette skyldes, at det i det foregående omtalte reflektionsbølgefænomen ved motorer ifølge opfindelsen bliver væsentligt reduceret, hvilket menes hovedsageligt at skyldes følgende to forhold. Selve reflektionstrykbølgerne fra turbineindløbet formindskes, fordi der pr. udstød står et forøget turbineindløbsareal til rådighed for udstødet. Turbineindløbets størrelse er stort set givet ud fra størrelsen og antallet af de cylindre, der er sluttet til turbineindløbet, og er altså større, jo større cylinderantallet er, og følgelig står der ved konstruktionen ifølge opfindelsen et forøget turbineindløbsareal til rådighed for hvert udstødsstød. Dette formindsker reflektionstrykbølgernes amplitude. Reflektionstrykbølgernes skadelige virkning reduceres yderligere derved, at den, takket være udstødsledningerne indmunding i samlerørsafsnittet

gennem hver sin dyse, bliver fordelt mellem disse dyser og følgelig får reduceret amplitude. Erfaringer, hvorpå den foreliggende opfindelsen hviler, viser, at i de tilfælde, hvor der kun er sluttet to udstødsledninger til samlerørsafsnittet, er de to til de to udstødningsledninger hørende dyser ikke tilstrækkelige til at opnå en tilfredsstillende opsplitning af reflektionsbølgerne, og der skal derfor anbringes en hjælpe-dyse, hvorfor der i dette tilfælde suppleres med en afstemningsbeholder med dertil hørende og i samlerørsafsnittet indmundende dyse. Findes der derimod tre eller flere udstødsledninger, har det vist sig, at de dertil hørende dysers refleksionstrykbølgeslugende virkning er tilstrækkelig til opnåelse af det ønskede resultat. I kraft af at turboladerens turbine får tilført et forøget antal impulser, nemlig fra det forøgede cylinderantal, kan turboladerens turbine arbejde med en forøget virkningsgrad, hvorved den totale dimension af turboladeren kan formindskes. Endvidere medfører opfindelsen den fordel, at man ikke længere behøver at overholde de i det foregående forklarede længder, hvad angår udstødsledningerne til de sammenkoblede cylindre.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor

- 20 fig. 1 viser en udførelsesform for motoren ifølge opfindelsen i form af en 10-cylindret 4-takmotor af V-konstruktion,
- fig. 2 viser et trykforløbsdiagram som funktion af den i fig. 1 viste forbrændingsmotors krumtapvinkel,
- 25 fig. 3 viser en udførelsesform for motoren ifølge opfindelsen i form af en langsomtgående 2-takmotor med seks cylindre i række,
- fig. 4 et tryk-krumtapvinkel-diagram for den i fig. 3 viste forbrændingsmotor.

30 Den i fig. 1 viste forbrændingsmotor har tændingsrækkefølgen 1-9-3-7-5-6-4-8-2-10. De enkelte cylindre er betegnet med tallene 1-10, og udstødsudløbene fra hver to over for hinanden liggende cylindre, f.eks. 2 og 7, er sluttet til en fælles udstødsledning (for de nævnte to cylindre 22). Derved sammenkobles de cylindre, hvis tændingsafstande er 360° krumtapvinkel $\pm$ den pågældende motors V-vinkel.

De fremkomne fem udstødsledninger, gennem hvilke udstødgasserne føres, er betegnet med 21-25. Hver enkelt udstødsledning er ved den mod en turbolader 20 vendende ende forsynet med en dyse 14

eller 15. Disse dyser udmunder i et samlerørsafsnit 18, og dette er over et overgangsrør 19 forbundet med indløbet til laderen 20's turbine for udstødsgassen.

I samlerørsafsnittet 18 deles en indtrædende udstødstrykbølge i en primær trykbølge, som ledes direkte til turbinen, og en refleksionstrykbølge, som reflekteres til udstødsledningerne. Ved et passende valg af tværsnitsforholdene for turbinen, udstødsledningerne og det mindste tværsnit af dyserne er det muligt at sænke refleksionstrykbølgens amplitude på en sådan måde, at laderen fødes med meget lille refleksion, således at størstedelen af trykbølgen tilføres laderen, og at en netop skyllende cylinder ikke forstyrres.

Det tilrådes her at vælge forholdet mellem overgangsrøret 19's areal F_M , og turbinens virksomme gennemstrømningstværsnit F_T mellem 1,7:1 og 1:1.

Forholdet $F_M : F_T = 1 : 1$ skal altså betragtes som absolut laveste grænse.

Til nærmere forklaring af virkemåden af motoren ifølge fig. 1 viser fig. 2 et trykdiagram som funktion af motorens krumtapvinkel 10.

De under abscisseaksen viste flader betegner ventiltiderne. Punktet AO betyder "udstødning åbnes", medens punktet AS betyder "udstødning lukkes". EO angiver endvidere åbningen af indsugningsventilen, og OT er cylinderen 1's øverste dødpunkt. Mellem punkterne EO og AS foregår cylinderen 1's skyllning, som ville være blevet forstyrret af de ved normal impulsdrift optrædende efterfølgende udstødstrykbølger. Forløbet af de efterfølgende cylindres uformindskede udstødstrykbølger er vist ved tynde stiplede linier g, g' og g''. Den tykke streg-priklinie a viser trykket i cylinderen 1 under en del af ekspansions- og skylleperioden.

Den tynde punkterede linie m angiver middelskylletrykket. Den tykke fuldt optrukne linie b viser udstødningens trykforløb, således som det optræder i den betragtede krumtapvinkel på ca. 360° målt efter cylinderen 1's udstødsudløb. Forløbet af linien mellem punkterne B-C angiver virkningen af den fra cylinderen 1 stammende trykbølge. C-D viser påvirkningen fra den tilsvarende trykbølge fra cylinderen 9, F-G påvirkningen fra trykbølgen fra cylinderen 3, I-H følgelig trykbølgen fra cylinderen 7, og K-L trykbølgen fra cylinderen 5's udstødning. Det ses heraf, at cylinderen 1's skyllning på ingen måde forstyrres, og at skylletrykket først overskrides i punktet N. Denne trykbølge kan dog ikke forårsage nogen forstyrrelse, da ingen af de til den betragte-

de udstødsledning sluttede cylindre skylles under dens forløb.

Den tykke stiplede linie b' angiver trykforløbet i cylindrerne 3's og 8's udstødsledning over den samme krumtapvinkel, og det vil ses, at trykforløbet i princippet er forskudt med tændingsafstanden mellem cylinderen 1 og cylinderen 3.

Den tynde fuldt optrukne linie c viser forløbet af den til laderen 20 førte trykbølge målt i overgangsrøret 19. Af dens forløb fremgår, at opdelingen af udstødstrykbølgerne g til g''' i en primærbølge og en refleksionsbølge forårsager en pulseren med forholdsvis høj frekvens med forholdsvis lille amplitude. Herved opnås den fordel, at der mellem to udstødningsstød opstår forholdsvis korte pauser, i hvilke trykket ikke synker til atmosfærens tryk, og udstødsturbinen derfor kan forarbejde de tilførte trykstød med meget lille refleksion. Som en yderligere fordel kan nævnes, at der ved hjælp af dette ladesystem kan anvendes mindre turboladere, end det hidtil har været sædvanligt, hvorved anvendelsen også får et økonomisk aspekt.

I fig. 3 er der vist en anden udførelsesform for motoren ifølge opfindelsen, hvor motorens enkelte cylindre er betegnet med 1-6. Udstødningen fra cylindrerne 1-3 bliver over en udstødsledning 11 og udstødningen fra cylindrerne 4-6 over en anden udstødningsledning 12 ført til laderen 20. Den 6-cylindrede 2-taktforbrændingsmotors tændingsrækkefølge er fastsat til 1-5-3-6-2-4. Udstødsledningerne 11 og 12 udmunder over dyser 13,13 i et samlerørsafsnit 18.

For at undgå for små tværsnitsforhold, hvad angår dyserne, er der til samlerørsafsnittet 18 over en dyse 15 sluttet en afstemningsbeholder 16. Samlerørsafsnittet 18 fortsætter i et overgangsrør 19, og dette er forbundet med gastilgangsåbningen i laderen 20.

Afstemningsbeholderen 16's virkemåde er forklaret ved hjælp af et i fig. 4 vist diagram af trykforløbet som funktion af krumtapvinklen. Kurverne, som er angivet ved hjælp af forskellige typer streger, er betegnet som de i fig. 2 viste og har ligeledes samme betydning.

De neden under abscisseaksen indførte flader angiver atter ventiltiderne, hvor punktet AO atter betyder "udstødning åbnes", AS betyder "udstødning lukkes", EO betyder "indsugning åbnes", og desuden kommer et nyt punkt ES til, som betyder, "indsugningen lukkes". Ligeledes afvigende fra fig. 2 er det nederste dødpunkt UT angivet, som ved 2-taktmotorer ligger midt i en sådan motors skyllefase.

Af kurveformen b fremgår, at der ved punktet I begynder et udstødsstød fra cylinderen 1, som virker over krumtapvinklen til II. I området fra III til IV og ved cylinderen 1's nederste dødpunkt viser virkningen af udstødstrykbølgen fra cylinderen 5 sig en let forhøjelse af trykket i udstødsledningen 11.

Takket være tilstedeværelsen af afstemningsbeholderen 16 og dennes dyse 15 vil den af stødet fra cylinderen 5's udstødning frembragte udstødstrykbølge b' i udstødsledningen 12 ikke medføre, at det effektive tryk i udstødsledningen 11 overstiger middelskylletrykket m under cylinderen 1's skyllefase. Den beskrevne virkning er anskueliggjort ved forløbet af kurven b mellem punkterne III og IV.

Af diagrammet fremgår endvidere, at middelskylletrykket m ligger noget over det effektive tryk i cylinderen ved den viste krumtapvinkel, og at også udstødet p i udstødsledningen 11 er mindre ved punktet UT end ved middelskylletrykket. Derved forstyrres cylinderen 1's skylning ikke af udstrømningsbølgen fra cylinderen 5, selv om der som vist ved hjælp af den tynde stiplede linie g kunne fremkaldes en momentan forstyrrelse af skylningen. Derefter sætter en normal udstødstrykbølge fra cylinderen 3 atter ind, som er vist ved hjælp af delen mellem punkterne V og VI på kurven b.

De trykbølger, som tilføres laderen 20, er vist ved hjælp af kurven c, og dette tryk er målt i overgangsrøret 19 umiddelbart før trykbølgernes indtræden i laderen. Af forløbet kan udledes, at der mellem trykbølgerne fra udstødsledningerne også optræder mindre kraftige bølger, som skyldes virkningen af afstemningsbeholderen 16.

Ved langsomt gående motorer foreslås det at vælge tværsnittet af afstemningsbeholderen 16 til flere gange dysernes største tværsnit, således at der opnås et rumfang, som er mindst det dobbelte af en cylinders.

En i afstemningsbeholderen 16 indløbende reflektionsbølge får sin amplitude dæmpet i tværsnitsudvidelsen og breder sig mod afstemningsbeholderen 16's lukkede ende. Der reflekteres refleksionstrykbølgen og bevæger sig med sin videreförplantningshastighed hen mod dysen 15. Kun en del af trykbølgen vil kunne slippe ud gennem tværsnitsudvidelsen for at blive tilført laderen. Resten af trykbølgen er på grund af sin refleksion mod dysen tvunget til påny at gennemløbe afstemningsrøret. Resttrykbølgen reflekteres ligesom den netop beskrevne trykbølge, og handlingsforløbet gentager sig ved tværsnitsændrin-

gen, således at flere mindre delbølger fra en enkelt indtrædende trykbølge atter påvirker laderens gastilgangsåbning, og en forstyrrelse af skyllningen på denne måde kan undgås fuldstændigt.

5 De efterfølgende reflekterede trykbølger, som kommer ind i afstemningsrøret 16, overlejres de gentagne gange reflekterede resttrykbølger, hvorved virkemåden af afstemningsrøret med det forstørrede tværsnit forbedres.

10 Den almindelige fordel ved opfindelsen er, at 2-takt- og 4-taktforbrændingsmotorer med 5,7,8,10,11,14 og flere cylindre uanset deres konstruktion kan tryklades ved hjælp af denne konstruktion, samt at størrelse og valg af tændingsafstandene for de cylindre, der over udstødsledninger er tilsluttet laderens gastilgangsåbning, ikke længere har nogen afgørende indflydelse.

15 En af de vigtigste fordele ved den nye motor er trykladningens overordentlig gode tilpasning til forbrændingsmotorens arbejdsområde. Det er derfor muligt uden særlige tekniske foranstaltninger at tryklade såvel meget hurtigt løbende som meget langsomt løbende forbrændingsmotorer med et hvilket som helst cylindertal og af en hvilken som helst konstruktion samt at anvende mindre turboladere end hidtil
20 almindeligt og desuden fuldstændigt at give afkald på mekanisk drevne hjælpekompressorer.

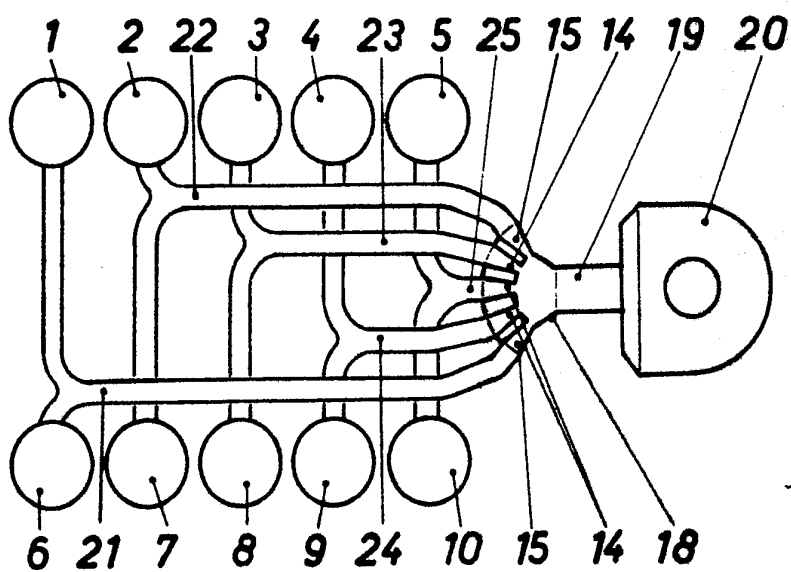
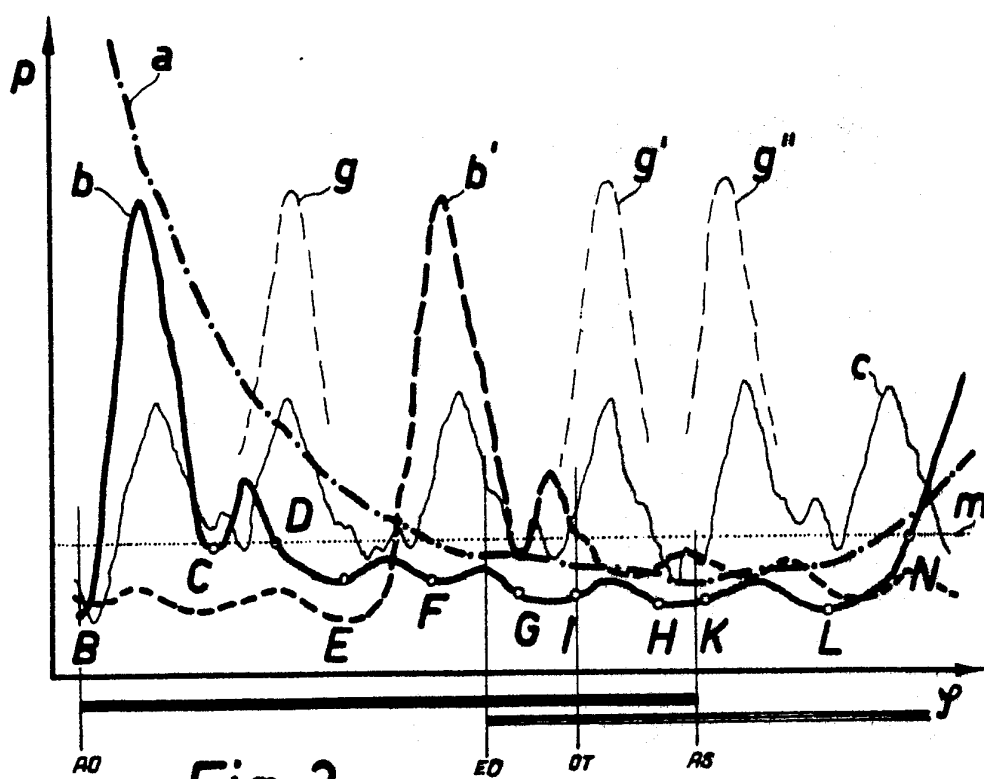
P a t e n t k r a v .

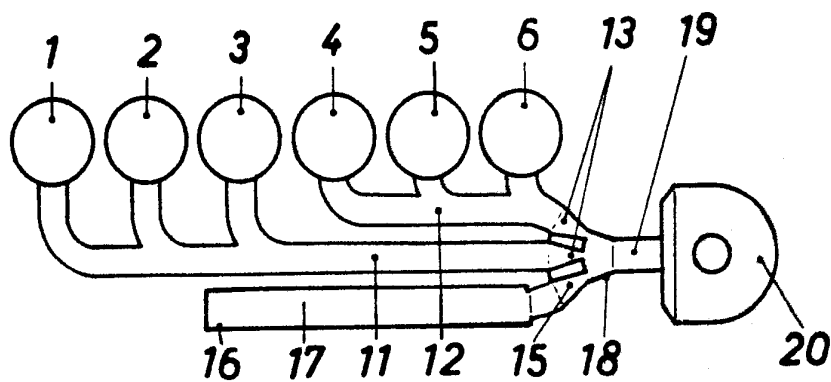
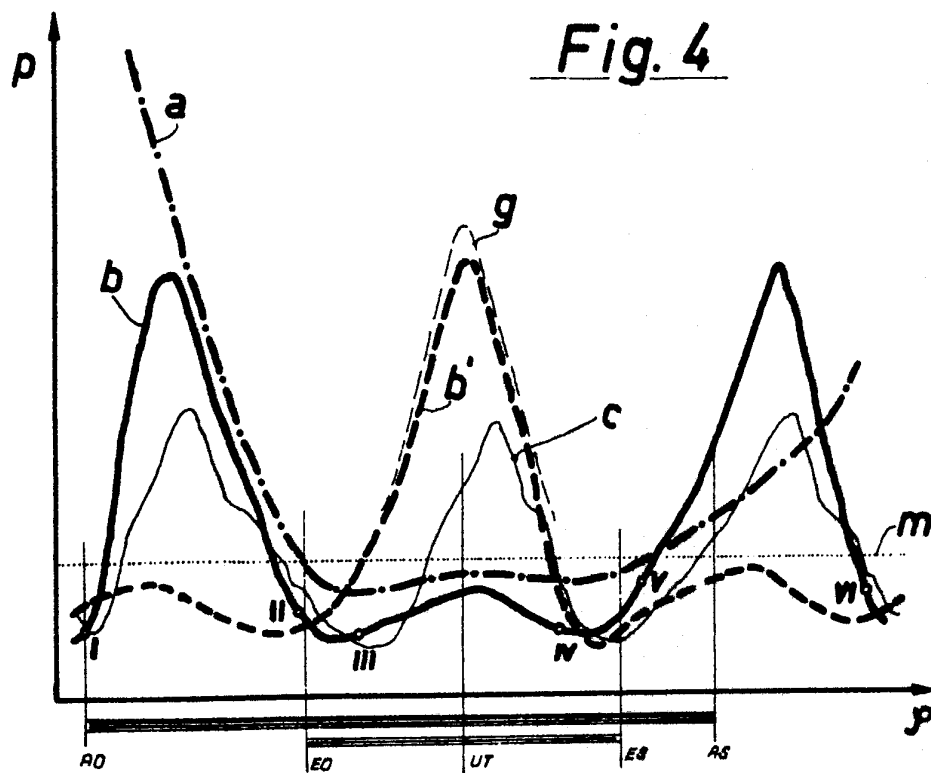
Flercylindret forbrændingsmotor med en impulsledet turbolader (20), og hvor en gruppe af motorens cylindre (1-10; 1-6) er
5 sluttet til et indløb til turboladerens (20) turbine, og hvor udstøds-
udløbene fra mindst to cylindre i den pågældende gruppe er sluttet
til en for disse cylindre fælles udstødsledning (21,22,23,24,25; 11,12),
og hvor denne udstødsledning samt udstødsledningen fra mindst en an-
den af cylindrene i den pågældende gruppe sammen med udstødslednin-
10 gen fra de nævnte mindst to cylindre er sluttet til det nævnte indløb
til turboladerens turbine, k e n d e t e g n e t ved, at antallet af
cylindre i gruppen mindst er fem, og at udstødsledningerne (21,22,23,
24,25;11,12) fra samtlige cylindre i den pågældende gruppe er forbun-
det med et samlerørsafsnit (18) gennem hver sin dyse (14,15;13), og
15 at dette samlerørsafsnit (18) er forbundet med det nævnte turbineindløb
ved hjælp af et overgangsrør (19), samt at der i samlerørsafsnittet (18)
udmunder mindst to med udstødsledningerne fra den pågældende gruppe
forbundne dyser (14,15;13), samt at der, såfremt kun to udstødslednin-
ger (11,12) er sluttet til turbineindløbet, da til samlerøret (18) og ved
20 hjælp af en dyse (15) er sluttet en afstemningsbeholder (16).

Fremdragne publikationer:

Tysk patent nr. 1172899

Brown Boveri Mitteilungen, bind 55, nr. 8, aug.1968, s.414-427.

Fig. 1Fig. 2

Fig. 3Fig. 4