(19) DANMARK

PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **157701 B**

(21) Patentansøgning nr.: **5032/83**

(51) Int.Cl.[5] **F 02 F 1/22**
F 02 B 25/02

(22) Indleveringsdag: **03 nov 1983**

(41) Alm. tilgængelig: **05 maj 1984**

(44) Fremlagt: **05 feb 1990**

(86) International ansøgning nr.: **-**

(30) Prioritet: **04 nov 1982 JP 192509/82** **10 nov 1982 JP 195967/82**

(71) Ansøger: ***MITSUBISHI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA; 5-1, Marunouchi 2-chome; Chiyoda-ku; Tokyo, JP**

(72) Opfinder: **Yoshinori *Hirayama; JP, Harutaka *Tsujimura; JP, Ichiro *Hayashi; JP, Hirotoshi *Kitagawa; JP**

(74) Fuldmægtig: **Hofman-Bang & Boutard A/S**

(54) Cylinderforing til en totakts forbrændingsmotor

(56) Fremdragne publikationer

DE pat. nr. 736326
GB pat. nr. 851353
US pat. nr. 2720195

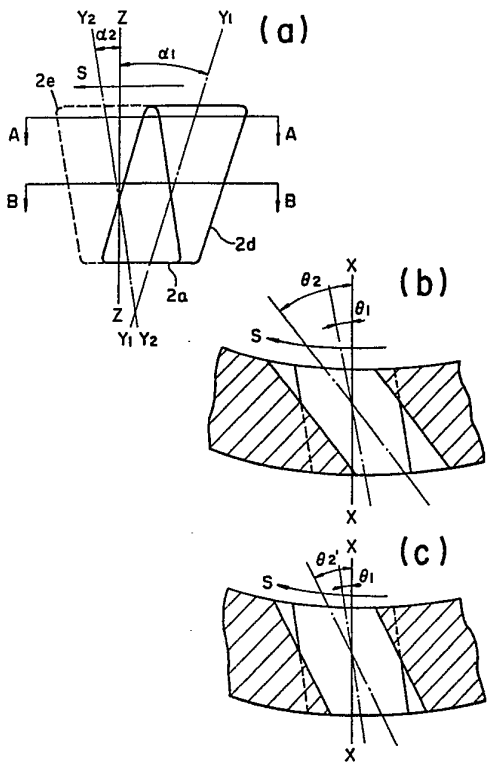
(57) Sammendrag:

5032-83

Ved en cylinderforing (1) til en totakts forbrændingsmotor med længdeskylning og med periferisk ækvidistant beliggende skylleåbninger (2) opnås en forøget udskylningsevne ved, at centerlinien (Y_1-Y_1) gennem skylleåbningernes udmunding på cylinderforingens yderflade hælder i modsat retning af den af skylleluften tilvejebragte hvirvelstrømning (S), og ved, at den øverste snøningsvinkel (θ_2) er større end den nederste snøningsvinkel (θ_2'), så at luftkanalen igennem hver af skylleåbningerne vrides bort fra det lodrette plan. Skyllevnen kan også forbedres ved at udforme hver skylleåbning (2) som en kombination af et antal cirkulære huller (O_1-O_3) anbragt ende mod ende i det væsentlige i cylinderens aksialretning, og ved at lade den rette linie (Y_1-Y_1) gennem det nederste huls centrum (O_1) og det øverste huls centrum (O_3) for skylleåbningernes udmunding på cylinderforingens yderflade hælde i modsat retning af den af skylleluften tilvejebragte hvirvelstrømning (S), og hvor den øverste snøningsvinkel (θ_3) er større end den nederste snøningsvinkel (θ_1), så at luftkanalen gennem hver af skylleåbningerne vrides bort fra det lodrette plan.

FIG.6

5032-83

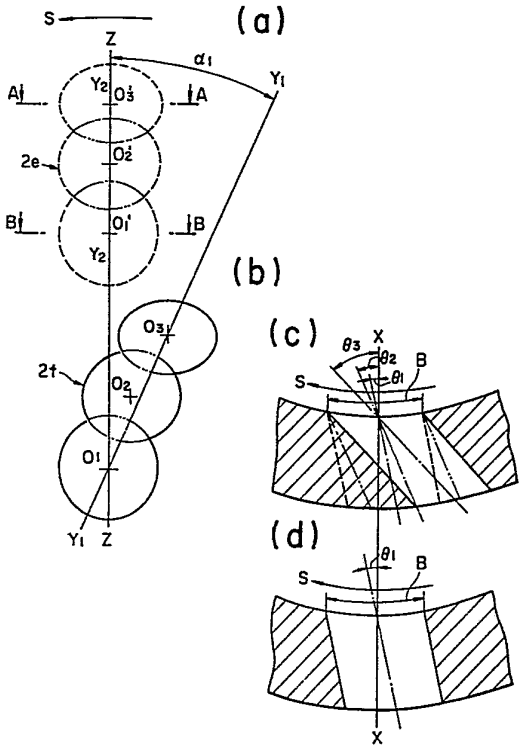


DK 157701 B

fortsættes

5032-83

FIG.10



Opfindelsen omhandler en cylinderforing til en totakts forbrændingsmotor og af den i krav 1's indledning angivne art, som er kendt fra tysk patentskrift nr. 736326, engelsk patentskrift nr. 851353 og USA-patentskrift nr. 2 720 195. Her er skylningsoperationen forbedret ved at udforme skyllelufthullerne i cylinderforingen således, at hullernes øverste rand er forsat tangentialt i forhold til hullernes underflade til dannelse af en hvirvelstrømning i skylleluften til en forbedret udtømning af cylinderen.

Forsøg har dog vist, at der selv ved en forsætning af den angivne art vil restere ikke uvæsentlige områder i cylinderen, hvor forbrændingsgasserne kan restere under skylningen. Udstrækningen af disse områder kan formindskes ved at forøge forsætningsgraden, men på grund af den større hældning af skylleåbningerne vil da enten godstykkelsen af de mellemliggende ribber blive for lille eller hullernes samlede strømningsareal blive for lille.

Opfindelsen har til formål at afhjælpe denne ulempe ved de kendte cylinderforinger til en totakts forbrændingsmotor.

Dette opnås for en cylinderforing af den indledningsvis angivne art, der er udformet som angivet i krav 1's kendetegnende del. Her passeres snoningsvinklens nulværdi et sted i cylinderforingens godstykkelse med cirka halv maksimal værdi i hver sin retning på hhv. foringens indervæg og ydervæg, hvorved interferensen mellem hosliggende skylleåbningshuller i geometrisk rækkefølge formindskes, brudstyrken af de mellemliggende ribber forøges og smøringen under stempelringenes passage forbedres.

Den voksende snoningsgradient vil under motorstemplets nedadgående bevægelse langs den øverste halvdel af

skylleåbningspartiet i cylinderforingen bevirke en kraftig hvirvelstrømning i periferiretningen som tilstræbt, hvorimod skylleluften under stemplets passage forbi den nederste halvdel af skylleåbningspartiet med den lille snoningsvinkelændring vil udøve et mod cylinderforingens centrum rettet kraftigt tryk til at yde en god udskylning, som ligeledes tilstræbt.

Opfindelsen forklares nærmere nedenfor i forbindelse med tegningen, hvor:

fig. 1 er et lodret snit gennem en konventionel cylinderforing, indsat topstykket af en forbrændingsmotor,

fig. 2 er et forstørret snit igennem cylinderforingen på fig. 1 med et skyllehul,

fig. 3 er en afbildning forfra af cylinderforingen på fig. 2, set i pilretningen III,

fig. 4 er et radialt snit igennem cylinderforingen på fig. 3 langs linien IV-IV,

fig. 5a viser de døde områder i cylinderen ved skylning igennem konventionelle skylleåbninger,

fig. 5b viser de væsentligt formindskede døde områder i cylinderen ved skylning gennem skylleåbninger udformet ifølge opfindelsen,

fig. 6a-c er afbildninger af en første udførelsesform for en cylinderforing ifølge opfindelsen, set henholdsvis fra siden, et overliggende radialt snit og et underliggende radialt snit,

fig. 7a-c er tilsvarende afbildninger af en anden udførelsesform for cylinderforingen ifølge opfindelsen,

fig. 8a-c er tilsvarende afbildninger for en tredje udførelsesform for cylinderforingen ifølge opfindelsen,

fig. 9a-c viser forsøgsresultater opnået med en udførelsesform for cylinderforingen med en fastholdt nederste snoningsvinkel og en varierende øverste snoningsvinkel,

fig. 10a-d viser en fjerde udførelsesform for cylinderforingen, hvor hvert skyllehul er sammensat af tre hinanden delvis overlappende åbninger,

fig. 11a-d er tilsvarende afbildninger af en femte udførelsesform for cylinderforingen,

fig. 12a-d er tilsvarende afbildninger af en sjette udførelsesform for cylinderforingen,

fig. 13a-d er tilsvarende afbildninger for en syvende udførelsesform for cylinderforingen,

fig. 14a-d er tilsvarende afbildninger for en ottende udførelsesform for cylinderforingen, og

fig. 15a-c viser forsøgsresultater opnået med en fastlagt nederste snoningsvinkel, en fastlagt mellemste snoningsvinkel og en varierende øverste snoningsvinkel.

Fig. 1 viser en konventionel cylinderforing 1 til en totakts forbrændingsmotor med længdeskylning, hvilken foring har et antal skyllehuller 2. Cylinderkammeret er betegnet med 3, motorens stempel med 6, cylindertopstykket med 7, cylinderdækslet med 8 og motorens udstødsventil med 9.

Som vist på fig. 2-4 er skylleåbningerne 2 anbragt ækvidistante i et radialt plan forneden af cylinderforingen

1, og trykluft kan strømme ind i cylinderen 3 og udstøde forbrændingsgasserne opad i aksial retning igennem udstødsventilen 9. Hver skylleåbning 2 er udformet således, at centerlinien igennem dens nederste randflade 2a er rettet imod cylinderens centrum 4, medens åbningens øverste randflade 2b er forsat i forhold til den nederste randflade 2a således, at hele luftkanalen gennem foringsvæggen hælder i samme retning som hvirvelstrømmen S. Forsætningen svarer til, at centerlinien igennem åbningens øverste randflade er forsat fra cylinderens centrum 4 svarende til en radius R. Resultatet er, at skylleluften gennem åbningernes nederste del strømmer ind i cylinderen 3 imod dennes centrum 4, medens skylleluften igennem åbningernes øverste del strømmer ind under dannelse af en hvirvelstrømning i vandret retning.

Forsøg har vist, at der med denne konventionelle udformning opnås en skylning som skematisk vist på fig. 5a, hvor en væsentlig del af forbrændingsgasserne resterer i de med A, B, C og D betegnede områder. Området A optager det største rumfang i cylinderen og modvirker i væsentlig grad skylningsvirkningsgraden. I området A opnås der en forholdsvis stabil gasstrømning, og jo højere trykforskel der består imellem ydersiden og indersiden af cylinderen 3, desto større bliver omfanget af området A.

Fra beskrivelserne til tysk patent nr. 736 326, engelsk patent nr. 851 353 og U.S.A.-patent nr. 2 720 195 er det kendt af afhjælpe denne ulempe ved at forsætte hullernes øverste rand 2b yderligere i forhold til hullernes nederste rand 2a i tangentialretningen; men med den beskrevne udformning af skylleåbningerne 2 bliver resultatet, at de mellem åbningerne forekommende ribber 2c kommer til at hælde så meget, at deres brudstyrke bliver for stærkt nedsat, og dersom man vil gøre ribberne tilsvarende bredere for at kompensere for den formindskede brudstyrke, vil det samlede areal af skylleåbningerne 2

blive for ringe.

Opfindelsen afhjælper denne ulempe ved den nedenfor beskrevne specielle udformning af skylleåbningerne, hvilket resulterer i den på fig. 5b skematisk viste skylning, hvor de uundgåeligt forblivende døde områder A-D i cylinderen 3 er væsentligt formindsket.

Herved kan skylleåbningerne udformes som nærmere angivet på fig. 6-15.

I den på fig. 6a-c viste udførelsesform for cylinderforingen strækker centerlinien Y_1-Y_1 sig igennem skylleåbningens åbning 2d langs cylinderforingens yderflade under en vinkel på α_1 i forhold til foringens akse Z-Z. Hældningsretningen af vinkelen α_1 vender modsat hældningsretningen af hvirvelstrømningen S. Derimod hælder centerlinien Y_2-Y_2 igennem skylleåbningen 2e langs cylinderforingens inderflade med en hældningsvinkel α_2 i samme retning som hvirvelstrømningen S i forhold til foringens akse Z-Z, hvor α_2 kan formindskes uanset størrelsen af snoningsvinkelen θ_1, der kan varieres kontinuert fra åbningstidspunktet til helt åben skylleåbning og forøge skylningsvirkningsgraden væsentligt i forhold til den konventionelle cylinderforing. Centerlinien Y_1-Y_1 langs yderperiferien af cylinderforingen danner således en vinkel $\alpha_1+\alpha_2$ (>0) i forhold til centerlinien Y_2-Y_2 gennem skylleåbningen langs foringens inderflade.

Fig. 6b forestiller et snit igennem skylleåbningen langs planet A-A, og fig. 6c forestiller et lignende tværsnit igennem skylleåbningen langs planet B-B. Det ses, at den øverste snoningsvinkel θ_2 ved skylleåbningens øverste randflade er væsentlig større end snoningsvinkelen θ_1 ved skylleåbningens nederste randflade 2_a, og at snoningsvinkelen θ_2' i den centrale del af skylleåbningen er væsentlig større end snoningsvinkelen θ_1 ved den nederste

randflade 2_a. Der består altså følgende ligning:

$$\theta_2 > \theta_2' > \theta_1.$$

Herved forløber den parallelogramformede skylleåbning igennem cylinderforingen med en kontinuert voksende snoning i retning opad og nedad som beskrevet ovenfor.

Ved begyndelsen af åbningen af skyllehullerne under stemplets nedadgående bevægelse bringes skylleluft til at strømme igennem den øverste del af hver skylleåbning. Som følge af den store snoningsvinkel θ_2 ved skylleåbningens øverste del frembringes der en kraftig hvirvelstrømning til udblæsning af forblivende røggasser i området A på fig. 5b. Under stemplets fortsatte nedadgående bevægelse formindskes snoningsvinkelen θ_2 gradvis. Når stemplets overflade kommer i flugt med skylleåbningens underste randflade 2a, antager denne den minimale snoningsvinkel θ_1, og hvirvelstrømningen S svækkes og retter skylningen imod cylinderens centrum til udskylning af resterende røggasser i cylinderens centrale del. Herved opnås den på fig. 5b viste forbedrede skylningsoperation. Da endvidere hver af skylleåbningsribberne 2c har en formindsket hældningsvinkel α_2 ved cylinderforingens inderflade, tilvejebringes der en forbedret smøring i stempelringens bevægelsesretning langs skylleåbningerne 2.

I den på fig. 7a-c viste udførelsesform er hældningsvinkelen α_2 for skylleåbningerne langs cylinderforingens inderflade sat til nul, så at centerlinien Y_2-Y_2 falder sammen med cylinderforingens akse Z-Z, i forhold til hvilken centerlinien Y_1-Y_1 gennem åbningens yderflade danner vinkelen α_1 (>0).

I den på fig. 8 viste udførelsesform danner centerlinierne Y_1-Y_1 og Y_2-Y_2 gennem henholdsvis yderfladen og inderfladen af skylleåbningerne en vinkel med cylinderfor-

ingens akse Z-Z på henholdsvis α_1 og α_2 i samme retning i forhold til centralaksen, og hældningsvinkelen imellem de to forsatte åbningsakser bliver $\alpha_1-\alpha_2$ (>0).

I alle de tre hidtil beskrevne udførelsesformer hælder centerlinien Y_1-Y_1 gennem skylleåbningernes yderflade i modsat retning af hvirvelstrømningen S.

Hvis man i de beskrevne udførelsesformer fastholder snoningsvinkelen θ_1 for åbningernes nederste randflade på 5° og lader den tilsvarende øverste snoningsvinkel θ_2 variere i området 10°-40°, som vist på fig. 9a, kan man ved forsøg opnå kurver for forholdet imellem skylningsvirkningsgraden η_s som funktion af luftindsugningsforholdet ρ, som vist på fig. 9b, hvor vinklerne θ_1 og θ_2 fungerer som parametre, og for skylningsvirkningsgraden ηs som funktion af θ_2, når luftindsugningsforholdet ρ fastholdes på 1,1, som vist på fig. 9c, der viser, at virkningsgraden antager et maksimum omkring θ_2= 30°. Under disse forsøg bestemmes hældningsvinklerne α_1 og α_2 af skylleåbningerne som en funktion af skylleåbningens højde, antallet af skylleåbninger og snoningsvinkelen θ_2'.

Fig. 10-14 viser udførelsesformer for cylinderforingen ifølge opfindelsen med skylleåbninger i form af tre over hinanden beliggende huller, hvor underbetegnelserne (a) viser hullernes placering på foringens inderside og (b) hullernes placering på foringens yderside. Fig. 15 viser den ved opfindelsen opnåede forbedrede skylning.

I den på fig. 10a-d viste udførelsesform er de enkelte skylleåbninger udformet som en række af tre på hinanden følgende huller, hvor fig. 10a og 10b viser den enkelte skylleåbning, set fra cylinderforingens yderside, fig. 10c er et snit langs planet A-A og fig. 10d er et snit langs planet B-B. Akselinien Y_1-Y_1 forløbende igennem

skylleåbningens udvendige huller 2f forløber gennem centrene 0_1 og 0_3 for henholdsvis det nederste og det øverste hul og danner en vinkel α_1 i forhold til cylinderens akse Z-Z, og som før i modsat retning af hvirvelstrømningsretningen S. Endvidere strækker akselinien Y_2-Y_2 gennem skylleåbningens indvendige huller 2e sig langs akselinien Z-Z, så at vinkelen imellem yderaksen og inderaksen netop danner vinkelen α_1. Som vist på fig. 10c og 10d er snoningsvinkelen θ_3 for den øverste del af skylleåbningen væsentligt større end snoningsvinkelen θ_1 for skylleåbningens nederste del, og snoningsvinkelen θ_2 for skylleåbningens centrale del er væsentlig større end θ_1. Der gælder således følgende forhold:

$$\theta_3 > \theta_2 > \theta_1, \text{ hvor } \theta_2 \text{ ikke altid er } \frac{\theta_1+\theta_3}{2} .$$

I bekræftende fald ligger det midterste huls 0_2 centrum på akselinien Y_1-Y_1, ellers forsat fra denne.

Skylleåbningen forløber således også her igennem cylinderforingen med en voksende snoningsgradient bort fra det lodrette plan.

Det ses på fig. 10(c) og 10(d), at centerlinierne 0_1-$0_1'$, 0_2-$0_2'$ og 0_3-$0_3'$ for de ydre og indre huller af skylleåbningen alle ligger i planer, der står vinkelret på cylinderforingens akselinie Z-Z.

Det bemærkes, at de tre huller for skylleåbningen langs cylinderforingens inderflade alle har den samme bredde B.

I den på fig. 11a-d viste udførelsesform ligger centret 0_2 for det midterste hul af skylleåbningen på akselinien Y_1-Y_1 igennem centret 0_1 for det nederste hul og centret 0_3 for det øverste hul, men svarer ellers til den på fig. 10a-d viste udførelsesform.

Den på fig. 12a-d viste udførelsesform afviger fra den på fig. 10 og 11 viste derved, at hvert af hullerne i skylleåbningen har den samme inderdiameter. Inderdiameteren af hvert af hullerne kommer således til at aftage med forøgelsen af hver af snoningsvinklerne θ_1, θ_2 og θ_3. På den anden side vil bredden af ribben imellem to hosliggende skylleåbninger variere afhængigt af dens stilling i forhold til skylleåbningerne, og der kan udformes et mellemliggende tilfælde, hvor både ribbebredden og inderdiameteren af hver af hullerne varierer væsentligt, afhængigt af stillingen i forhold til skylleåbningen.

I den på fig. 13a-d viste udførelsesform forløber akselinien Y_2-Y_2 gennem den indvendige skylleåbning 2e på cylinderforingens inderflade under en vinkel α_2 i forhold til cylinderens akse Z-Z mod venstre, medens akselinien Y_1-Y_1 gennem den ydre skylleåbning 2f på cylinderforingens yderflade hælder en vinkel α_1 i forhold til cylinderens akselinie Z-Z mod højre side på tegningen. Vinkelen imellem yderaksen Y_1-Y_1 og inderaksen Y_2-Y_2 bliver altså $\alpha_1+\alpha_2$ (>0).

I den på fig. 14a-d viste udførelsesform hælder inderaksen Y_2-Y_2 mod højre, altså i samme retning som yderaksen Y_1-Y_1, og vinkelen mellem disse akser bliver altså $\alpha_1-\alpha_2$ (>0).

Det ses, at i alle de på fig. 10-14 viste udførelsesformer hælder den ydre akselinie Y_1-Y_1 i modsat retning af hvirvelstrømningen S, ligesom i de på fig. 6-8 viste udførelsesformer.

Cylinderforingen ifølge de på fig. 10-14 viste udførelsesformer virker på følgende måde:

Når skylleåbningerne åbnes under stemplets nedadgående bevægelse, bringes skylleluft til at strømme igennem den øverste del af hver skylleåbning, der strækker sig igennem foringsvæggen med en stor snoningsvinkel θ_3, til frembringelse af en kraftig hvirvelstrømning S til udblæsning af resterende udstødsgas i det på fig. 5b viste cylinderområde A.

Under stemplets fortsatte nedadgående bevægelse til fuldstændig åbning af skylleåbningerne varierer snoningsvinkelen således, at skylleluften bringes til at strømme imod cylinderforingens centrum til fuldstændig udblæsning af resterende udstødsgas i cylinderens centrale område.

Med hensyn til ribberne imellem de hosliggende skylleåbninger har cylinderforingen på fig. 11 ingen hældning i forhold til cylinderens akselinie Z-Z, medens cylinderforingerne på fig. 10 og 12 udviser en vis hældning, som dog er mindre end ribbehældningen for en konventionel cylinderforing. Herved tilvejebringes der en forbedret smøring i stempelringenes bevægelsesretning langs skylleåbningerne.

Endelig viser fig. 15a-c de med de på fig. 10-14 viste udførelsesformer opnåede forsøgsresultater, svarende til de for de på fig. 6-8 viste udførelsesformer på fig. 9 viste forsøgsresultater. Som vist på fig. 15c antager også her skylningsvirkningsgraden η_s en maksimalværdi for en snoningsvinkel θ_3 på ca. 30°.

Skylleåbningernes hældningsvinkel α_1 og α_2 bestemmes altid som en funktion af højden af skylleåbningerne, antallet af skylleåbningerne og snoningsvinklerne. Hver skylleåbning i de på fig. 10-14 viste udførelsesformer af cylinderforingen ifølge opfindelsen består af en kombination af flere cirkulære huller, der hurtigt kan udbores i rækkefølge med en stor snoningsvinkel θ_3 foroven

og en lille snoningsvinkel θ_1 forneden. Hver af ribberne mellem de hosliggende skylleåbninger har en rimelig godstykkelse og en udformning, der fremmer skylningsvirkningsgraden.

P a t e n t k r a v :

1. Cylinderforing til en totakts forbrændingsmotor med længdeskylning og med et antal periferisk ækvidistant beliggende skylleåbninger (2), der er således tredimensionelt profileret, at centerlinien (Y_2-Y_2) gennem hver skylleåbnings indmunding på cylinderforingens inderflade hælder i samme retning som den ved skylningen tilvejebragte hvirvelstrømnings retning (S) i forhold til cylinderforingens akselinie (Z-Z), og at snoningsvinklen (θ_2) ved hver skylleåbnings øverste rand (2b) er større end snoningsvinkelen (θ_2') ved skylleåbningens nederste rand (2a), k e n d e t e g n e t ved, at centerlinien (Y_1-Y_1) gennem hver skylleåbnings (2) udmunding på cylinderforingens yderflade hælder i modsat retning af den nævnte hvirvelstrømnings retning (S) i forhold til cylinderforingens akselinie (Z-Z), og at luftkanalen gennem hver skylleåbning (2) er således profileret, at snoningsvinkelen har en voksende snoningsgradient fra skylleåbningens nederste rand (2a) til dens øverste rand (2b) i forhold til cylinderforingens akselinie (Z-Z).

2. Cylinderforing ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at hver skylleåbning (2) har et i det væsentlige rektangulært eller parallelogramformet tværsnitsprofil.

3. Cylinderforing ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at hver skylleåbning (2) omfatter en kombination af et antal cirkulære huller anbragt ende mod ende i det væsentlige i cylinderforingens akseretning (Z-Z).

FIG. 1

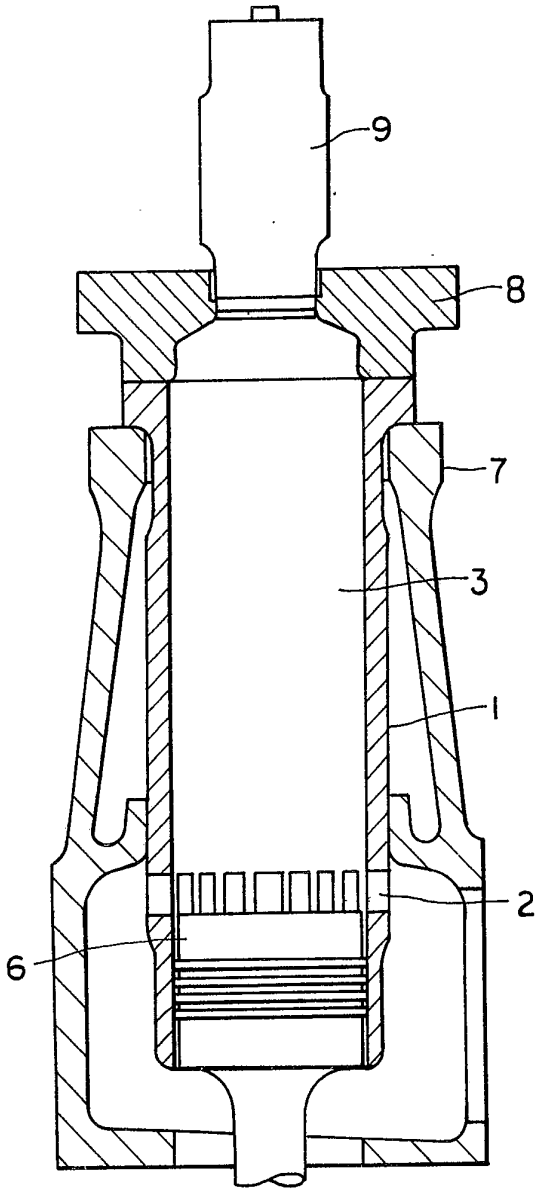


FIG. 2

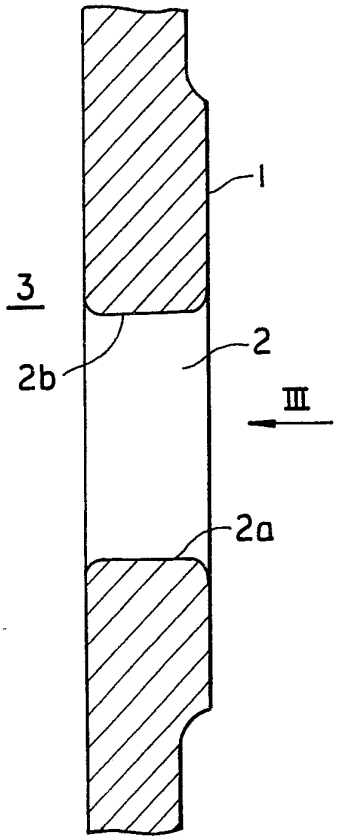


FIG. 3

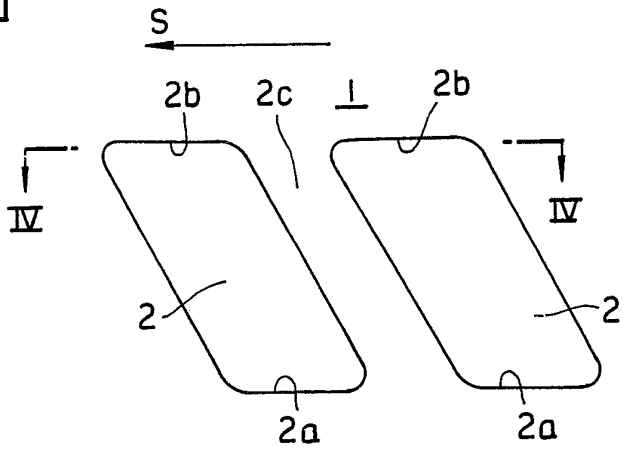


FIG. 4

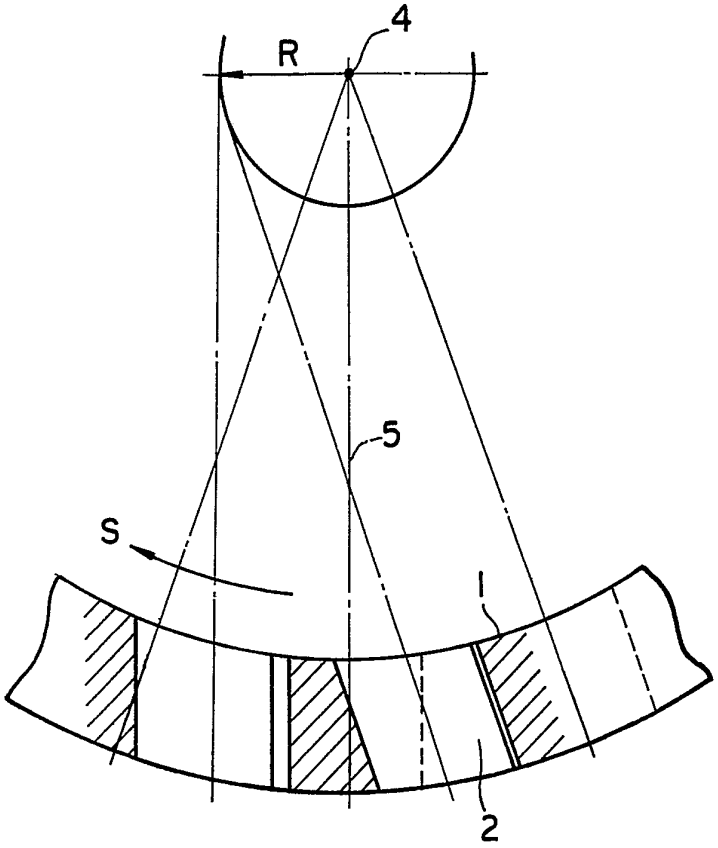


FIG. 5

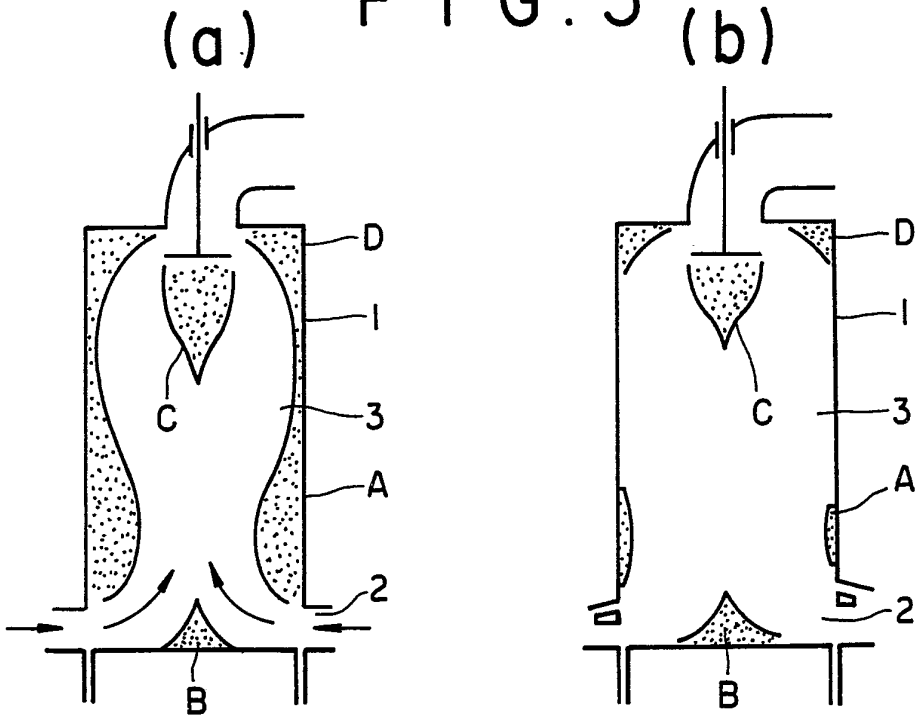


FIG. 6

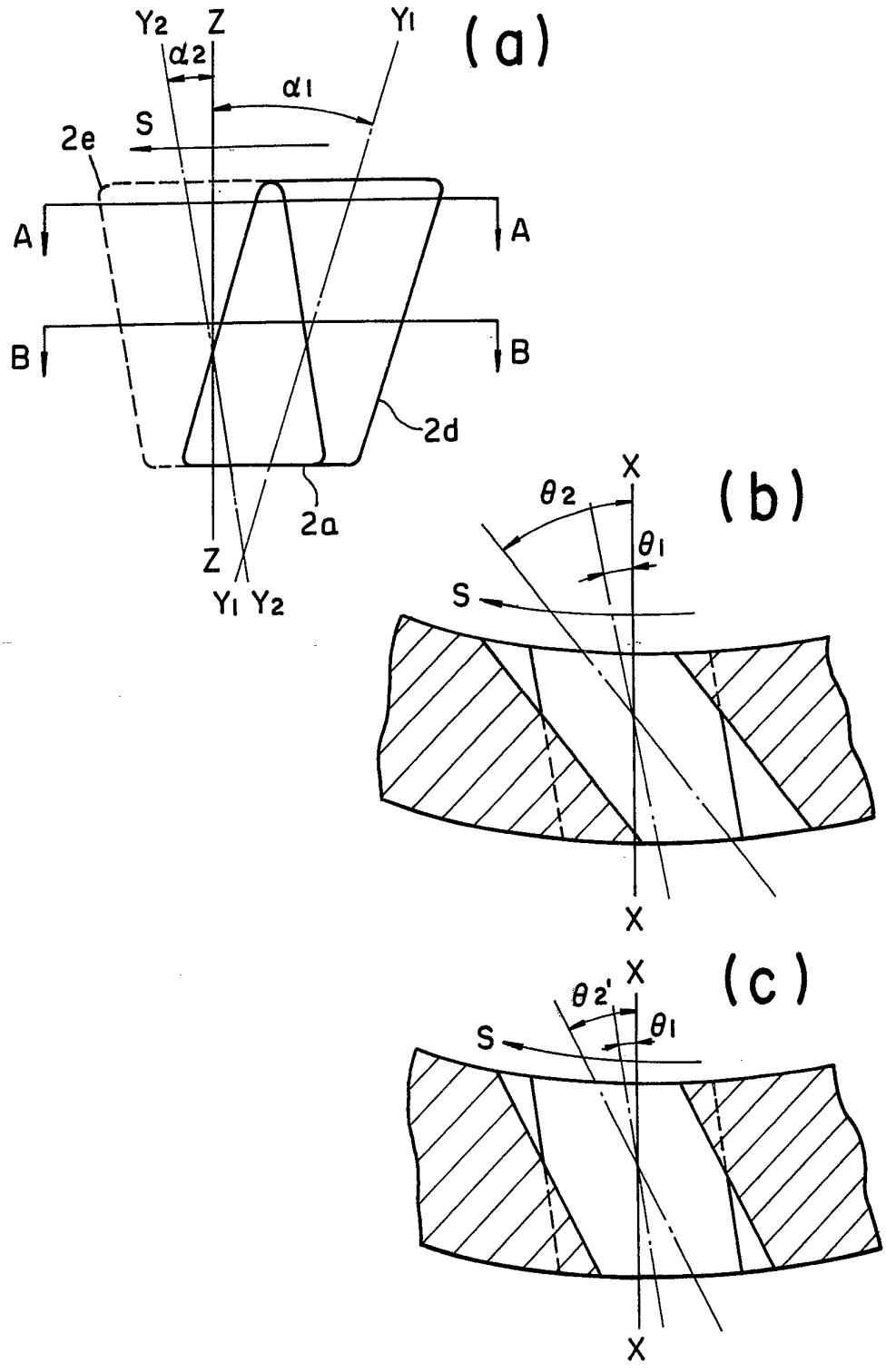


FIG. 7

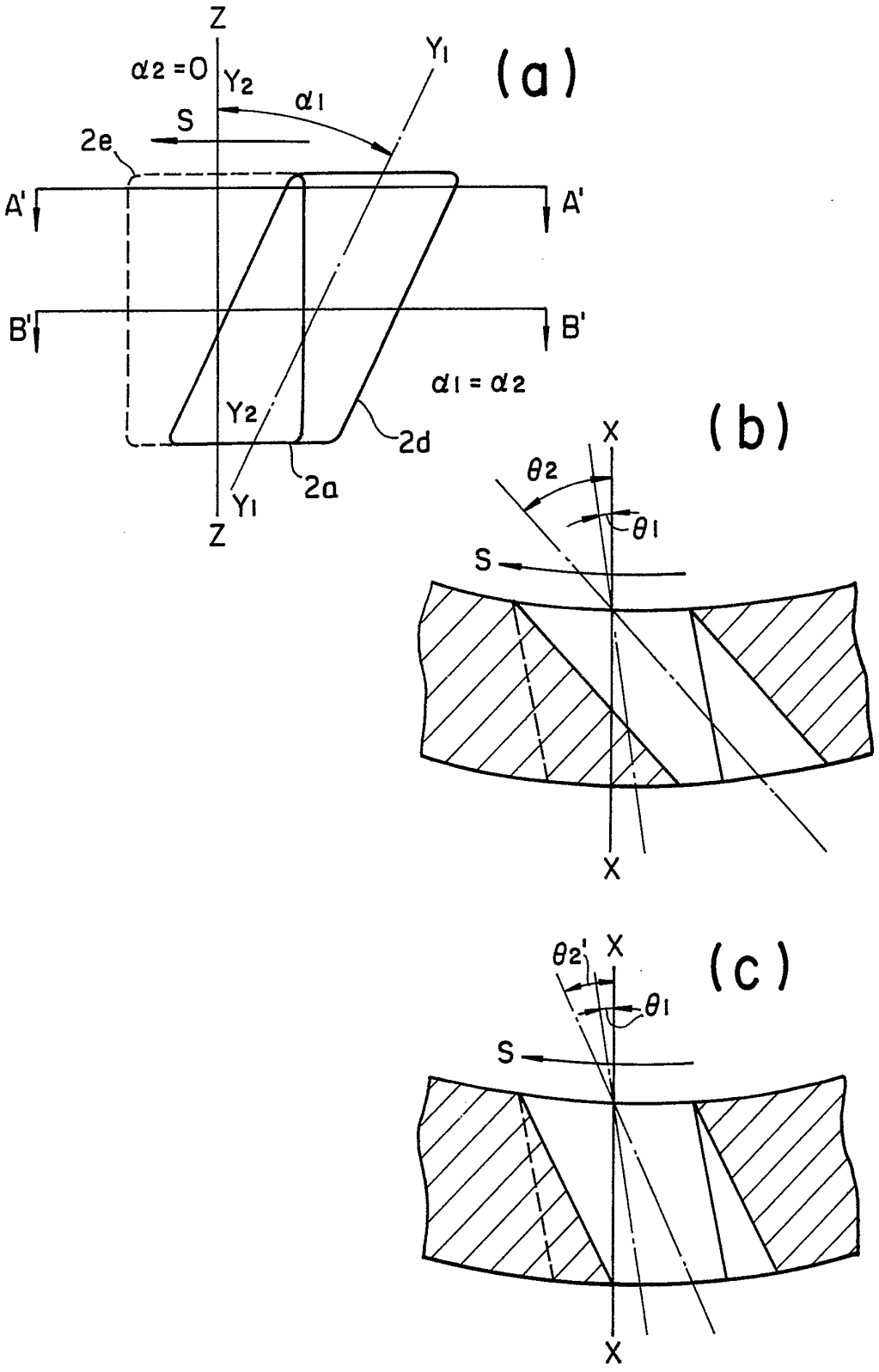


FIG. 8

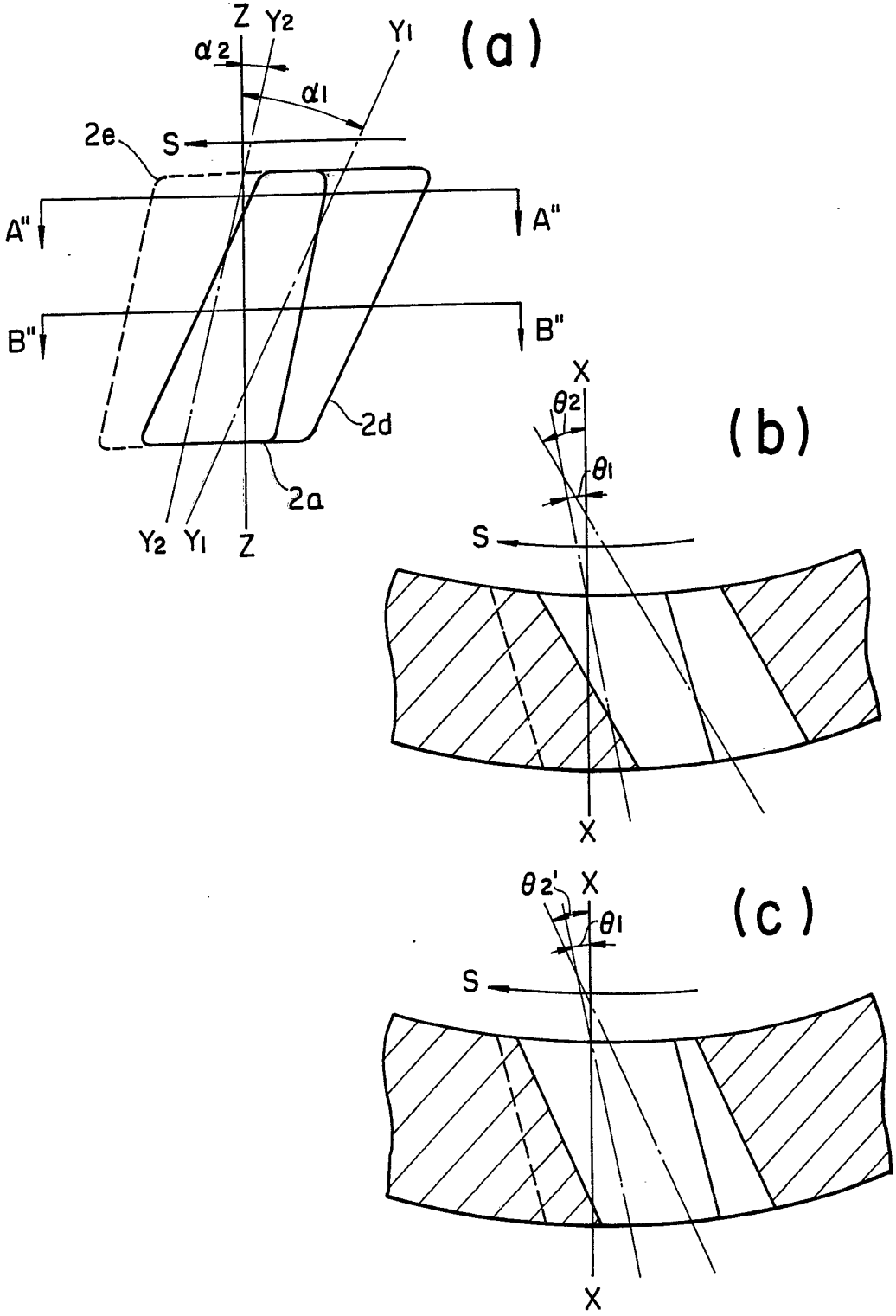


FIG. 9

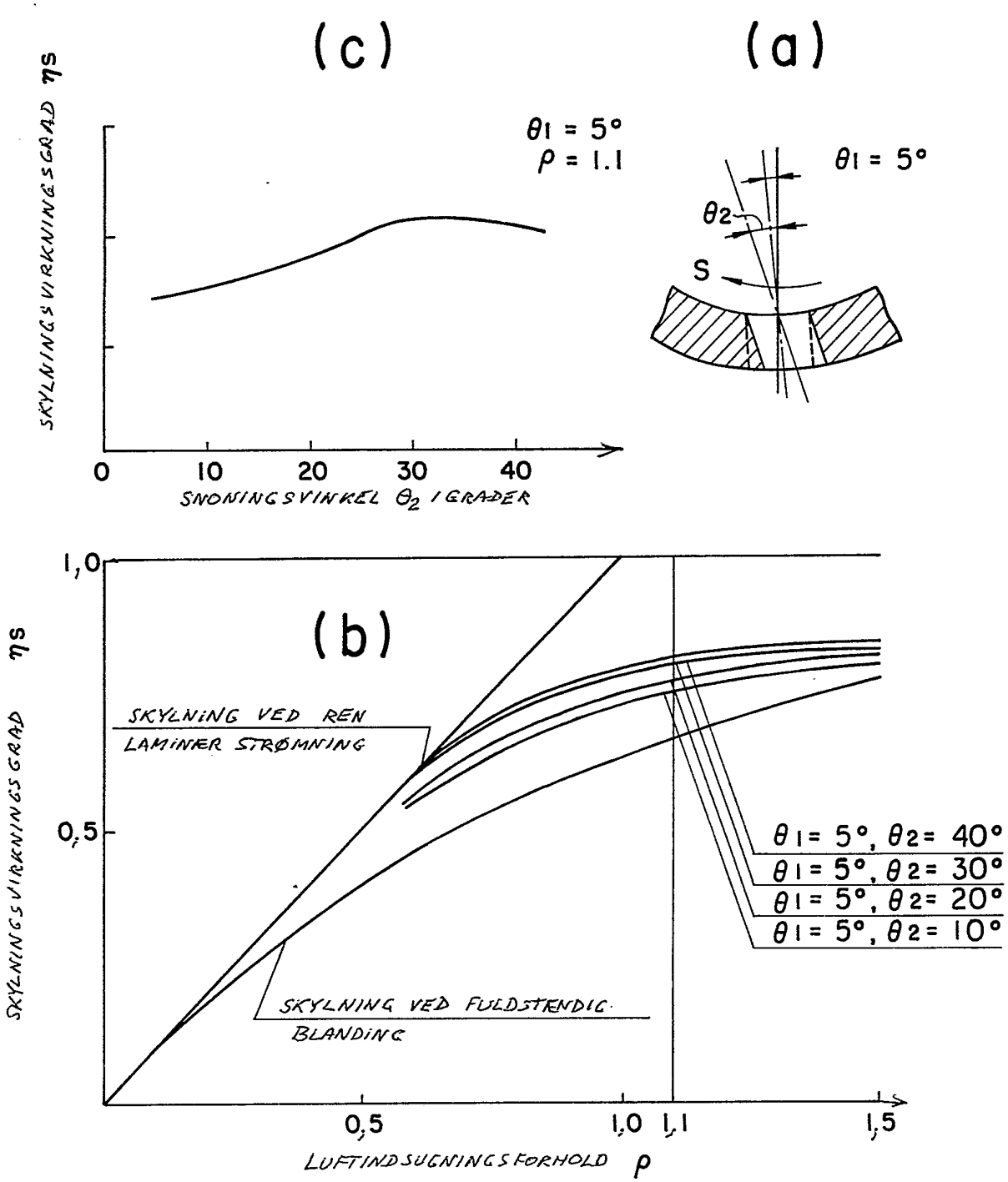

(c)
(a)
SKYLNINGSVIRKNINGSGRAD ηs
θ1 = 5°
ρ = 1.1
θ1 = 5°
θ2
S
0
10
20
30
40
SNØNINGSVINKEL θ2 I GRADER
(b)
1,0
0,5
SKYLNING VED REN LAMINÆR STRØMNING
SKYLNING VED FULDSTENDIG BLANDING
θ1 = 5°, θ2 = 40°
θ1 = 5°, θ2 = 30°
θ1 = 5°, θ2 = 20°
θ1 = 5°, θ2 = 10°
0,5
1,0
1,1
1,5
LUFTINDSUGNINGSFORHOLD ρ

FIG.10

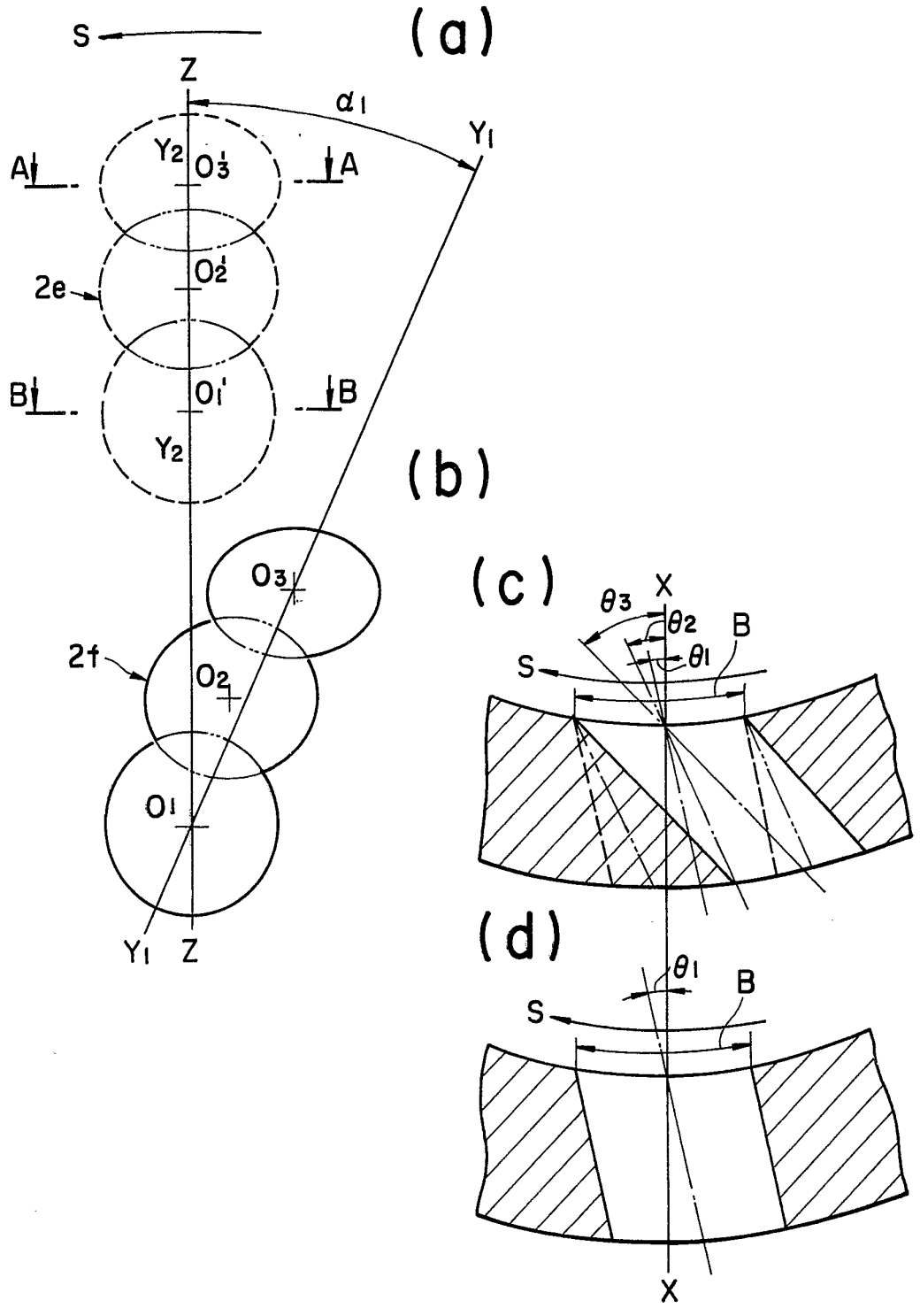

(a)
S
Z
α1
Y1
Y2
O3'
A
A
2e
O2'
B
O1'
B
Y2
(b)
O3
2f
O2
O1
Y1
Z
(c)
θ3
X
θ2
B
θ1
S
(d)
θ1
B
S
X

FIG. 11

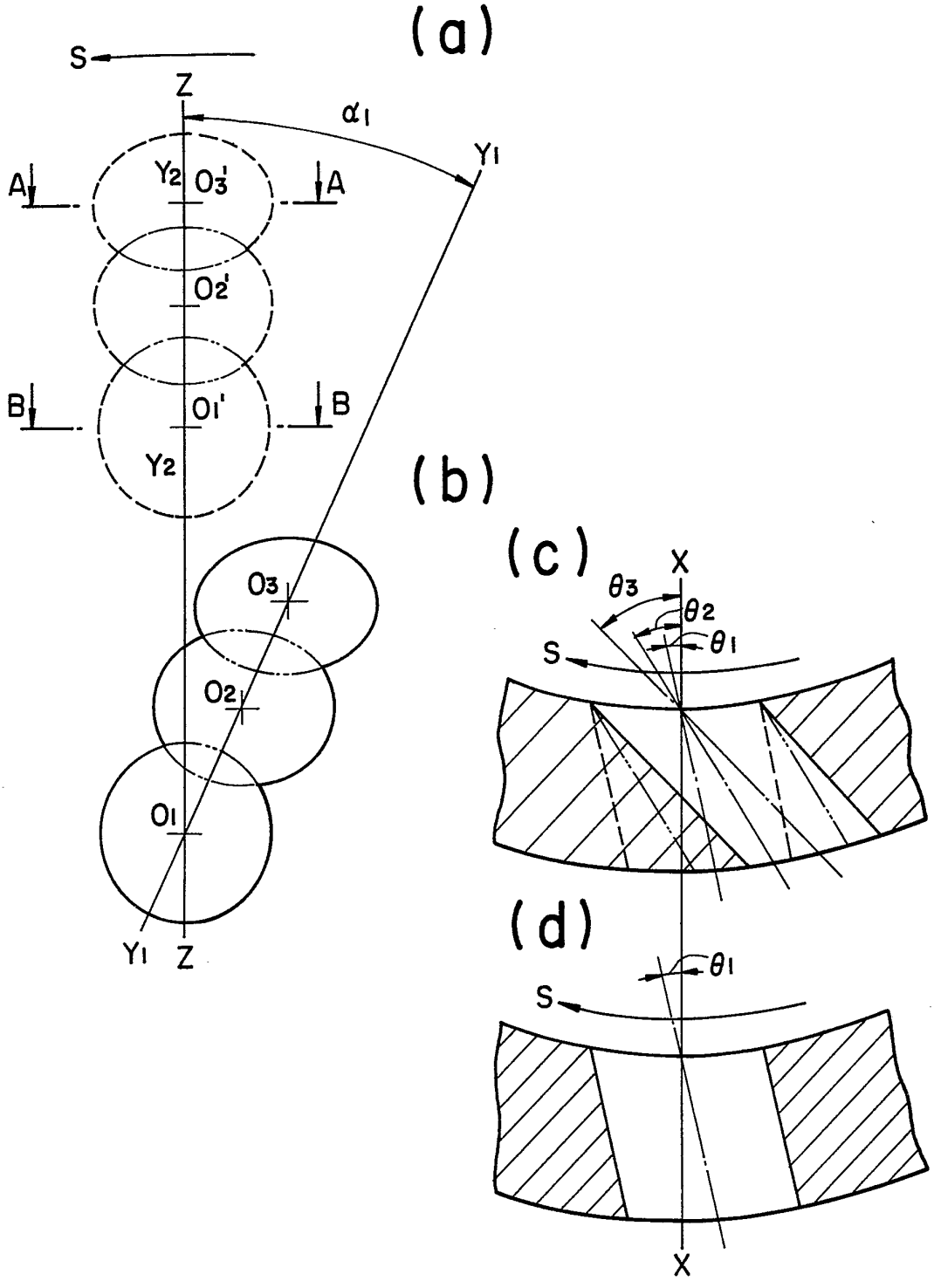


FIG. 12

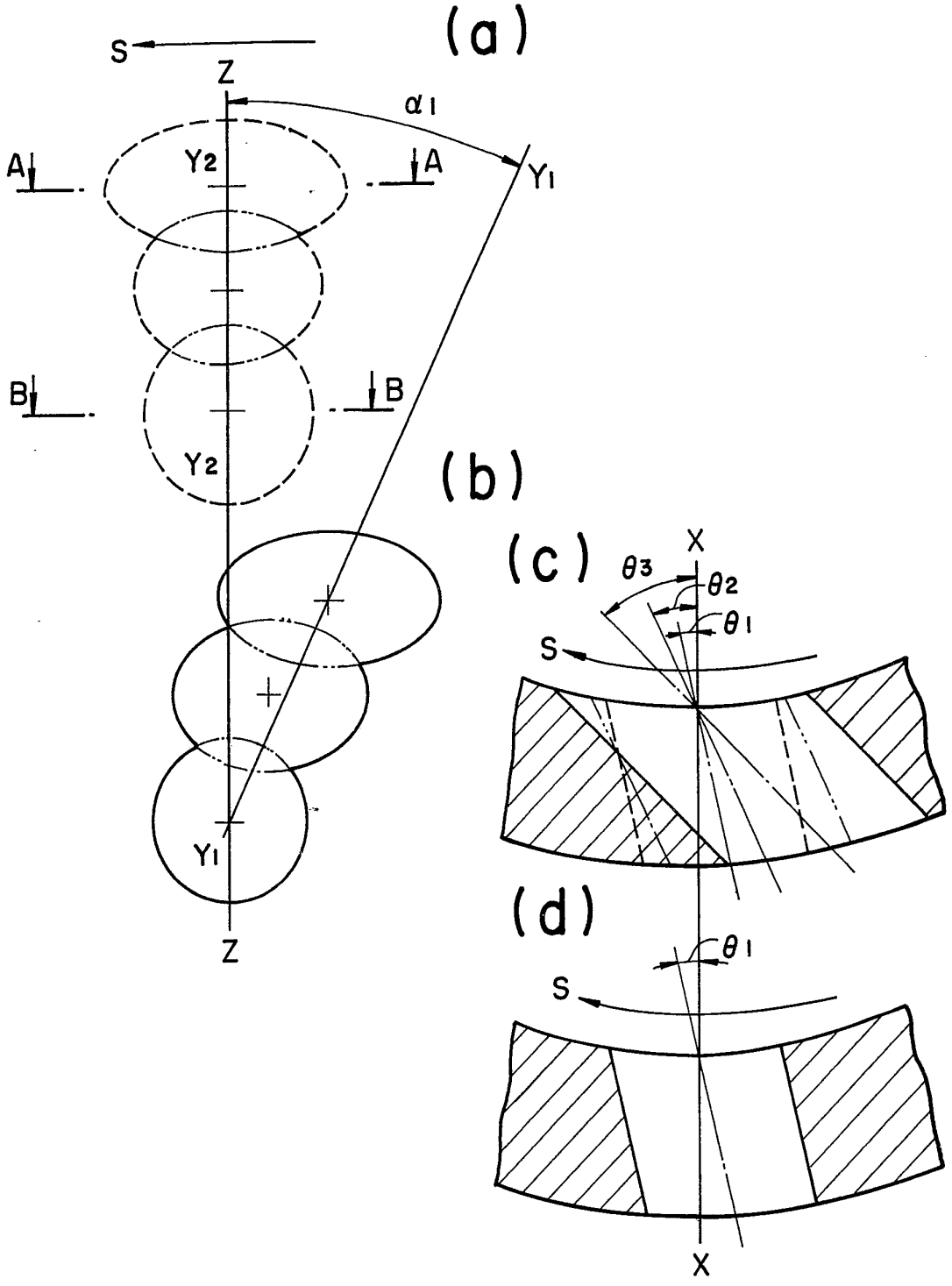


FIG. 13

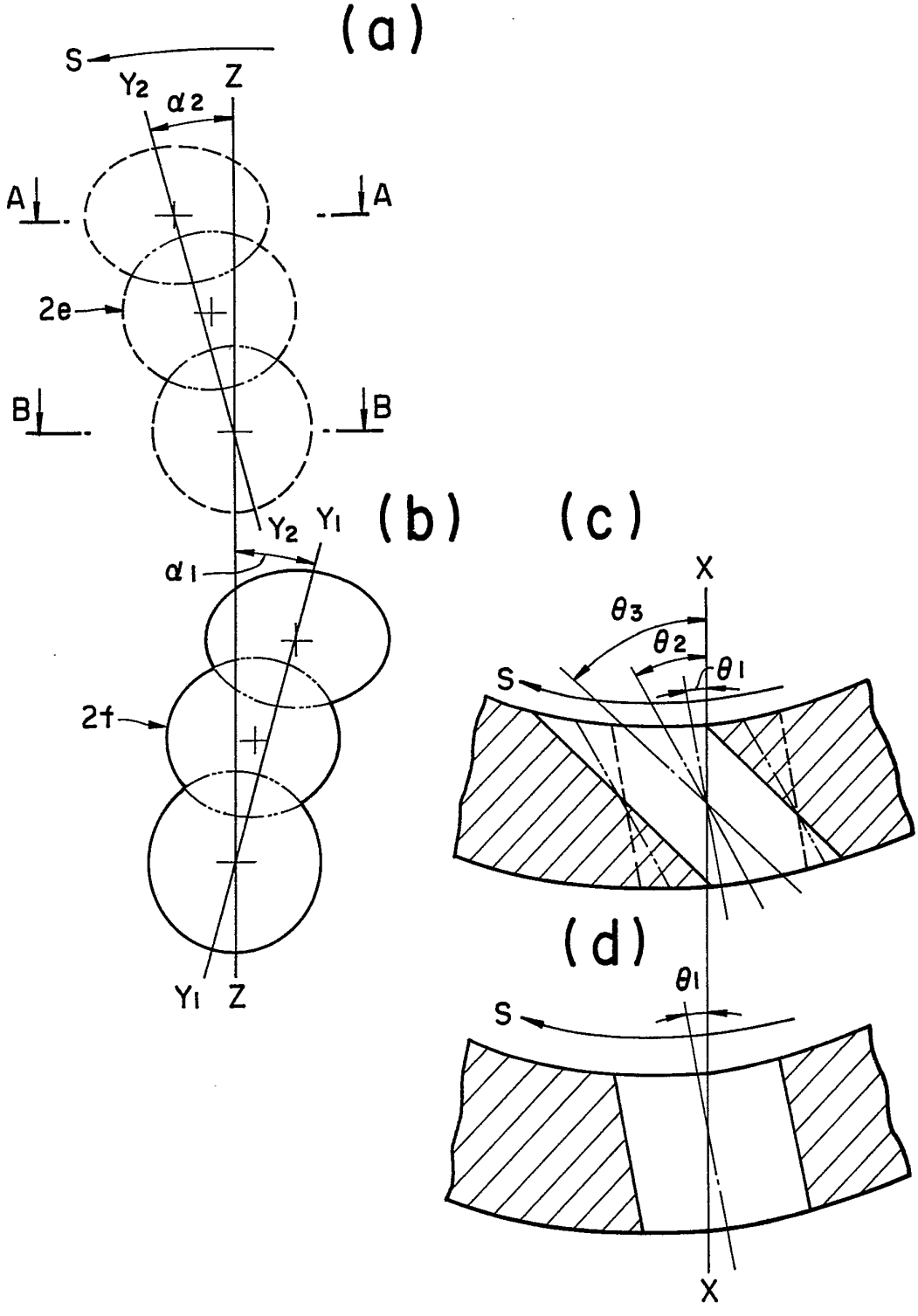
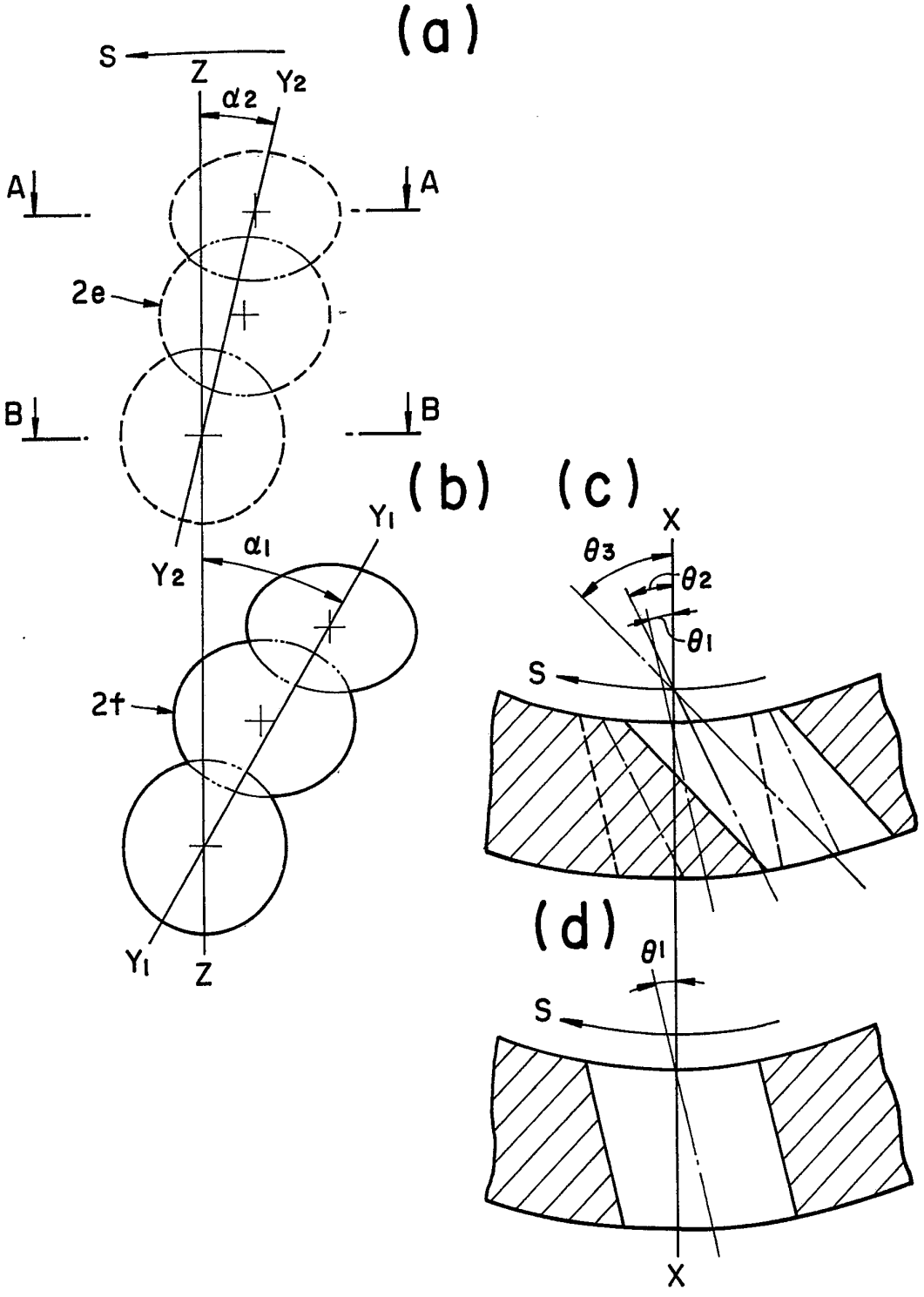
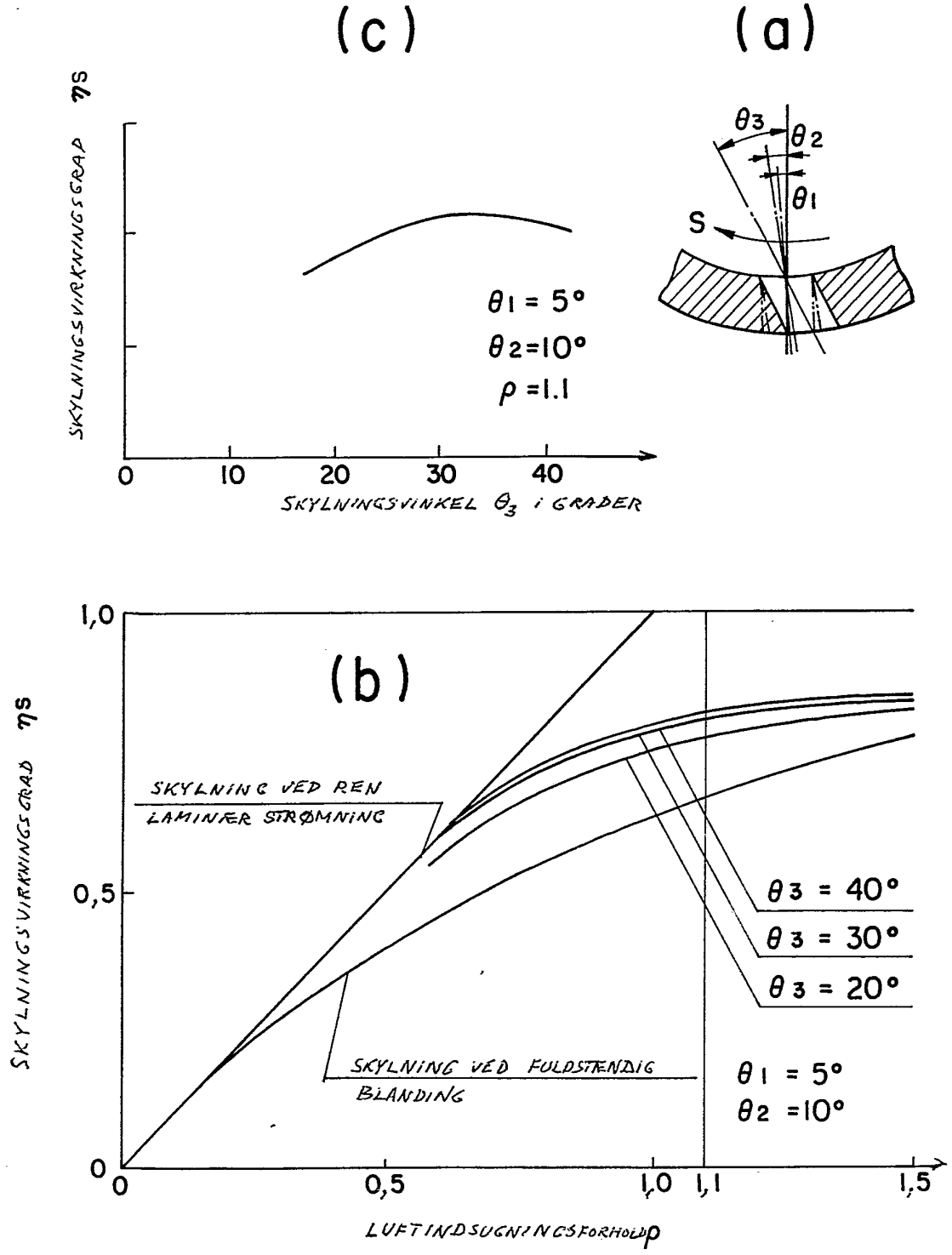


FIG. 14



F I G. 15


(c)
(a)
ηs
SKYLNINGSVIRKNINGSGRAD
θ1 = 5°
θ2=10°
ρ =1.1
0
10
20
30
40
SKYLNINGSVINKEL θ3 i GRADER
θ3
θ2
θ1
S
(b)
1,0
0,5
0
SKYLNING VED REN
LAMINÆR STRØMNING
SKYLNING VED FULDSTENDIG
BLANDING
θ3 = 40°
θ3 = 30°
θ3 = 20°
θ1 = 5°
θ2 =10°
0
0,5
1,0
1,1
1,5
LUFTINDSUGNINGSFORHOLD ρ