



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **331701**

(13) **B1**

NORGE

(51) **Int Cl.**

B23K 33/00 (2006.01)

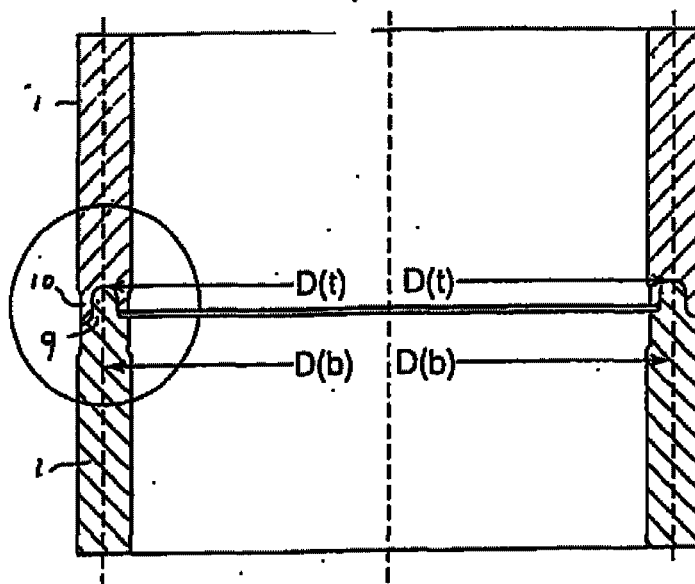
B23K 20/02 (2006.01)

B23K 20/14 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20050823	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2003.07.17 PCT/EP2003/07787
(22)	Inng.dag	2005.02.16	(85)	Videreføringsdag	2005.02.16
(24)	Løpedag	2003.07.17	(30)	Prioritet	2002.07.17, EP, 02077911 2002.07.17, EP, 02077912
(41)	Alm.tilgj	2005.02.16			
(45)	Meddelt	2012.02.27			
(73)	Innehaver	Shell Internationale Research Maatschappij BV, Postbus 302, NL-2596HR HAAG, Nederland			
(72)	Oppfinner	Djurre Hans Zijssling, c/o Shell Internationale Research Maatschappij BV, Volmerlaan 8, NL-2288GD RIJSWIJK, Nederland Johannis Josephus den Boer, c/o Shell Internationale Research Maatschappij BV, Volmerlaan 8, NL-2288GD RIJSWIJK, Nederland Kjell Magne Rabben, Gravarstunet 30, 4327 SANDNES, Norge Klisthenis Dimitriadis, c/o Shell Internationale Research Maatschappij BV, Volmerlaan 8, NL-2288GD RIJSWIJK, Nederland N N, Norge Anthony Thomas Cole, c/o Shell Internationale Research Maatschappij BV, Volmerlaan 8, NL-2288GD RIJSWIJK, Nederland Bjørn Halmrast, Leirjordfall, 8255 RØKLAND, Norge			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, Postboks 1570 Vika, 0118 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for smisveising			
(56)	Anførte publikasjoner	US 4669650 A, GB 793402 A, JP 3-243286 A			
(57)	Sammendrag				

En fremgangsmåte for smisveising av rør, slik at formasjonen av grader i sveisesonen minimeres, omfatter forming av rørendene som skal sveises sammen til en innadvendt, skrånende konfigurasjon, slik at når rørendene blir oppvarmet under smisveiseprosessen, deformeres de oppvarmede rørender som resultat av termisk ekspansjon, til en vesentlig langsgående innrettet, sylindrisk form.



Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte for sammenføyning av rørender ved smisveising.

Smisveising innebærer perifer oppvarming av rørendene som skal sammenføyas og deretter trekke rørendene sammen for å danne en metallurgisk binding.

5 Et stort antall forskjellige varmeteknologier kan brukes for å gjøre rørenden tilstrekkelig varm for at den metallurgiske binding kan utføres. Varmeteknikkene kan innebære elektrisk, elektromagnetisk, induksjons, infrarød, gnist og/eller friksjonsvarming eller kombinasjoner av disse og andre oppvarmingsmetoder.

10 I denne spesifikasjon er uttrykket smisveising ment å omfatte alle teknikker som innebærer perifer oppvarming av rørender og deretter metallurgisk binding av de oppvarmede rørender, herunder sveiseteknikker som generelt er kjent som amorf binding, diffusjonsbinding, friksjonssveising, buttsveising og/eller termodynamisk sveising.

Det er kjent fra US patentskrift 4 566 625, 4 736 084, 4 669 650 og 5 721 413 til Per H. Moe, at det kan være fordelaktig å spyle rørendene like før og under smisveisingen med en reduserende spylegass, for eksempel hydrogen eller karbonmonoksid, slik at 15 oksygenlaget blir fjernet fra de oppvarmede rørender og en metallurgisk binding med minimal mengde uregelmessigheter oppnås. Det er også kjent fra US patentskrift 2 719 207 og 4 728 760 å bruke ikke-eksplosive blandinger som omfatter omtrent 95 volum % av vesentlig inertgass, for eksempel argon, nitrogen og/eller helium og omtrent 20 5 volum % av en reduserende gass, for eksempel hydrogen og/eller karbonmonoksid for å avsmelte sveising og induksjonsbuttsveising.

Eksperimenter har vist at smisveiseteknikker kan generere høykvalitetsmetallurgiske vinninger mellom rørender, især hvis rørendene spyles med en reduserende spylegassblanding under oppvarming og/eller sveiseoperasjonen, men at de rødglødende 25 rørender generelt blir deformert, slik at det blir grader rundt sveiseområdet.

For mange anvendelser er det nødvendig å fjerne grader etter sveisingen, noe som innebærer sliping eller maskinering som er vanskelig og kostbart å utføre på mange steder hvor rørendene blir sveiset sammen, for eksempel på oljerigger, rørleggingslektene og mange offshore- og landbaserte steder hvor undergrunns- eller overgrunnsrørledninger 30 skal installeres.

Fremgangsmåten ifølge innledningen til krav 1 er kjent fra US patentskrift 4 669 650. I den kjente fremgangsmåte blir rørendene formet i en innadvendt, skrånende konfigurerings. Det japanske patentskrift JP 03-243286 beskriver også en smisveisingsmetode hvor rørendene har en innadvendt, skrånende konfigurasjon. UK patentskrift GB 35 793402 beskriver en smisveisingsmetode hvor de sveisede rørender har komplementære konkave og konvekse former.

Det er et formål med oppfinnelsen å tilveiebringe en fremgangsmåte for smisveising av rør hvor generering av grader i sveiseområdet blir minimert.

Ifølge denne oppfinnelse oppnås dette formål ved en fremgangsmåte for å sammenkople rør ved smisveising, idet fremgangsmåte omfatter forming av rørender som skal sveises sammen til en innadvendt, skrå konfigurasjon som har de karakteristiske trekk angitt i krav 1.

5 Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen omfatter forming av rørendene som skal sveises sammen til en skrånende konfigurasjon, slik at når rørendene blir oppvarmet under smisveisingen, deformeres de oppvarmede rørender som resultat av termisk ekspansjon, til en vesentlig langsgående, sylindrisk form hvor den skrå vinkelen av inner- og ytterveggene av rørendene blir valgt slik at forholdet mellom den gjennomsnittlige
10 diameter $D(t)$ av spissen av rørenden og den gjennomsnittlige diameter $D(b)$ av bunnen av rørenden relateres til en beregnet temperaturforskjell mellom spissen og bunnen av rørenden under smisveisingen og en termisk ekspansjonskoeffisient av stålgradene av rørenden.

Dessuten kan delen av hvert rør som skal smis, få et redusert tverrsnitt, slik at
15 deformeringen under smiingen returnerer til en dimensjon som vesentlig er lik rørets opprinnelige tykkelse.

De nøyaktige vinkler og dimensjoner av endeforberedelsen avhenger av materialet som skal sammenføyes og dets koeffisient(er) av ekspansjon, veggtykkelse, rørdiameter, grad av oppvarming som kreves for sveisingen, bredden av den oppvarmede
20 sone og ønsket smilengde. Typiske verdier er gitt i tabell 1 nedenfor for karbonstålrør med en veggtykkelse på omtrent 4 mm og 70 mm diameter.

Skråvinkelen av inner- og/eller ytterveggen av rørendene kan velges slik at forholdet mellom den gjennomsnittlige diameter $D(t)$ av spissen av rørenden og den gjennomsnittlige diameter $D(b)$ av bunnen av rørenden er relatert til en gjennomsnittlig
25 temperaturforskjell mellom spissen og bunnen av rørenden under smisveisingen og en termisk ekspansjonskoeffisient av stålgraden (er) av rørenden. For mange smisveisoperasjoner kan forholdet $D(t)/D(b)$ velges mellom 0,8 og 0,99.

For å øke overflaten av smisveiserørendene og samtidig hjelpe til å tilpasse rørendene kan endeflaten av en av rørendene som skal sveises sammen ha en vesentlig
30 konveks form og endeflaten av den andre rørende kan ha en vesentlig konkav form.

Smisveiserørene kan omfatte et stålrør av lav klasse og med et stål av høyere klasse utkledd på inner- og/eller ytterflaten av basisrøret. I et slikt tilfelle er det foretrukket at endeflatene er formet slik at når rørendene blir trykket sammen, vil endeflaten av kledningen(e) berøre hverandre først, idet endeflatene av basisrørendene
35 deretter berører hverandre. Det er også foretrukket at eventuelt ikke-oksiderende eller reduserende spylegass blir innført fra den motstående side av rørveggen til kledningslaget.

Det vil fremgå at den innadvendt skrånende rørende kan ha mange forskjellige former og at den innadvendte avbøyning kan bestemmes ved gjentatt beregning og/eller

eksperimenter for å beregne at mengden av grader rundt sveisepunktene reduseres til et minimum.

Ved bruk blir mengden av materiale som rørendene deformes ved smiing, nøye kontrollert for ytterligere å minimere grader.

5 Det er observert at US patent 4 669 650 beskriver en smisveiseprosess hvor ytterveggene av rørendene blir maskinert vekk til en større dybde enn innerveggene av rørendene. Den kjente konfigurasjonen er imidlertid ikke konfigurert slik at de oppvarmede rørender blir vesentlig sylindriske under smisveiseoperasjonen.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende under henvisning til
10 tegningene, hvor figur 1 viser par av konkave og konvekse rørender som har blitt sammenkoplet ved smisveisemetodene ifølge oppfinnelsen, figur 2 viser hvordan konkave og konvekse rørender rettes innover i en skrå vinkel X som er valgt slik at de oppvarmede konkave og konvekse rørender har en vesentlig langsgående innretning, figur 3 er et langsgående snitt av et par kledde rørender like før de er sammenføyde av
15 smisveisemetoden ifølge oppfinnelsen, figur 4a er et langsgående snitt av et par integrertkledde rørender, hvor en rørende er konkav og en andre rørende er konveks, figur 4b er et langsgående snitt av et par eksterntkledde rørender hvor den ene ende er konveks og den andre ende er konkav, og figur 5 er et langsgående snitt av en ende av et kledd rør, hvor tykkelsen av det kledde lag er økt ved enden av røret.

20 På figur 1 er det vist et par oppvarmede, aksialt tilpassede rørender, og på figur 2 er de ikke-oppvarmede ender vist, hvor X er den innadvendt, skrånende vinkel, 1 = rør med opprinnelig veggtykkelse, 2 = minimumssmilengde som kreves for å fullføre sveisingen, 3, 5, 6 = typiske radier av den konvekse rørende 9, 4 = en første kontaktskulder, 7 = rørende med redusert veggtykkelse, 8 = rørmidtlinj og 10 = konkav
25 rørende. Skråvinklene x av de ikke-oppvarmede konvekse og konkave rørender 9, 10 vist på figur 1, velges slik at de oppvarmede rørender nøyaktig kan flettes inn i hverandre og nøyaktig tilpasses aksialt som vist, slik at det dannes en sømløs smisveising når rørendene 9 og 10 trykkes sammen og bare minimale grader dannes på innsiden og yttersiden av rørene 1 nær smisveiseskjøten.

30 En skisse og dimensjonen av rør i forbindelsen vist på figur 1 og 2, er beskrevet i tabell 1.

På figur 3 er det vist øvre rør 11 og et nedre rør 12 som hvert omfatter et stålbaserør av lav gradering med en indre kledning av høy kvalitetskromstål 13.

35 Rørendene 14 og 15 blir kileformet, slik at spissene av de kileformede ender blir dannet av kledningene 13. Dette sikrer at når rørendene blir trykket mot hverandre, vil kledningene 13 berøre hverandre før endene av basisrørene. Gjennom sveiseoperasjonen blir spylegass spylt rundt rørendene 14 og 15 og sikrer kontinuering av spylingen mellom rørendene 14 og 15 etter at kledningene 13 berører hverandre, idet spylegass blir injisert på de ikke-kledde ytterflatene av rørene 11 og 12.

Figur 4a viser en utførelse hvor den nedre endeflate 26 av det øvre rør 20 har en generelt konkav form og den øvre endeflate 23 av det nedre rør 21 har en generelt konveks form.

5 Innerflaten av rørene 20 og 21 er kledd med foring av rustfritt stål 24 og 25 og de konkave og konvekse endeflater 23, 26 er formet slik at foringene 24 og 25 berører hverandre først at basisrørene 20, 21 berører hverandre deretter, og at de ikke-oppvarmede endeflater 23, 26 er innrettet innover i vinkelen X. I dette tilfellet blir en reduserende, ikke-eksplosiv spylegass injisert fra utsiden av rørene og rørendene vil fremdeles danne en kile, slik at berøringssonen gradvis øker fra ytterflaten mot innerflaten
10 av de smisveisede rør. På denne måte oppnås en god binding mellom foringene 24, 25 og inntrengning av oksider mellom de smisveisede rør 20 og 21, blir minimert.

Figur 4b viser en smisveiset skjøt av et par basisrør 33, 34 med lav gradert stål, hvor ytterflaten er kledd med en rustfri stålforing 30, 31 og hvor endeflatene 35, 36 har en innflettet konveks og konkav form slik at de ikke-oppvarmede endeflater 35, 36 blir rettet
15 innover i en skrå vinkel X og at stålrørsforingene 30, 31 berører hverandre før basisrørene 33, 34 berører hverandre når endeflatene 35, 36 blir oppvarmet og trykket sammen under smisveiseoperasjonen. I dette tilfellet blir en reduserende gass injisert fra innsiden 44 av rørene under smisveiseoperasjonen.

Figur 5 viser en skrå kileformet ende 40 av røret 41, som har blitt kledd med et kledningslag 43 og hvor ytterligere materiale 42, som er kompatibelt med kledningslaget
20 43, har blitt anbrakt rundt enden av røret 2 for å muliggjøre ytterligere maskinering uten å avdekke basisrøret 41. Den innadvendte vinkel X av den skrå ende 40 blir valgt slik at de oppvarmede rørender blir vesentlig aksialt tilpasset og skråvinkelen legges slik at kledningslagene 43 av nærliggende rørender berører hverandre først før basisrørene
25 berører hverandre under smisveiseoperasjonen.

Tabell 1

Identifikator (se figur 1)	Beskrivelse	Typisk verdi
X	Innadvendt vinkel	1 til 5°
1	Opprinnelig veggtykkelse	4 mm
3, 5, 6	Forberedelser radier	0,6 mm
2	Minimumssmilengde	0,05 mm
7	Redusert veggtykkelse	3 mm
8	Rør midtlinje	
4	Første kontaktskulder	

Tabell 1: Typiske verdier for smisveiseforberedelse – 4 mm WT, 70 mm OD rør.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for å sammenkople rør ved smisveising, idet fremgangsmåte
5 omfatter forming av rørender som skal sveises sammen til en innadvendt, skrå
konfigurasjon hvor den skrå konfigurasjon er slik at når rørendene blir oppvarmet under
smisveiseprosessen, deformeres de oppvarmede rørender som resultat av termisk
ekspansjon, til en vesentlig langsgående innrettet, sylindrisk form, **karakterisert ved at**
10 rør har en vesentlig konvex form og endeflaten av det andre

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, **karakterisert ved** at den skrå vinkel av inner-
og ytterveggen av rørendene er valgt slik at forholdet mellom den gjennomsnittlige
diameter D (t) av spissen av rørenden og den gjennomsnittlige diameter D (b) av basis av
rørenden er knyttet til en beregnet temperaturforskjell mellom spissen og basis av
15 rørenden under smisveiseprosessen og en termisk ekspansjonskoeffisient av
stålgraderingen eller graderingene av rørendene

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2, **karakterisert ved** at forholdet D (t)/D (b) er
mellom 0,8 og 0,99.

4. Fremgangsmåte ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at
20 rørendene blir maskinert til en redusert veggtykkelse i sveisesonen.

5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, **karakterisert ved** at rørene omfatter et basisrør
av lavgradert stål og en stålkledning av høyere grad på inner- og/eller ytterflaten av
basisrøret og endeflatene er formet slik at når rørendene blir trykket sammen, berører
endeflatene av kledningen(e) hverandre før endeflaten av basisrørendene.

25 6. Fremgangsmåte ifølge krav 5, **karakterisert ved** at rørendene er kileformet og
spissene av kilene er dannet av kledningene.

7. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1-4, **karakterisert ved** at bare
nærliggende endedeler av nærliggende basisrør av lavgradert stål blir dekket med
kledningsmateriale for å muliggjøre ytterligere maskinering av endedelene uten å avdekke
30 basisrørene.

8. Fremgangsmåte ifølge krav 5, **karakterisert ved** at en spylegass blir spylt
rundt sveisesonen under minst del av smisveisoperasjonen, og at minst én del av
spylegassen blir injisert inn i sveisesonen fra den ikke-kledde side av røret, slik at den
injiserte spylegass kan fortsette å nå endene av de fremdeles avstandsliggende basisrør
35 etter at kledningene har berørt hverandre.

9. Fremgangsmåte ifølge krav 8, **karakterisert ved** at spylegassen er en
reduserende spylegass.

10. Fremgangsmåte ifølge krav 9, **karakterisert ved** at spylegassen er en ikke-
eksplosiv blanding av en vesentlig inertgass og en reduserende gass.

11. Fremgangsmåte ifølge krav 10, **karakterisert ved** at den vesentlig inerte gass omfatter helium, argon, nitrogen og/eller karbondioksid og den reduserende gass omfatter hydrogen og/eller karbonmonoksid.

12. Fremgangsmåte ifølge krav 11, **karakterisert ved** at den ikke-eksplosive
5 spylegassblanding omfatter mer enn 90 volum % av en vesentlig inertgass og minst to volum % hydrogen.

13. Fremgangsmåte ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at rørene er oljefelt- og/eller brønnrør.

1/2

Fig.1.

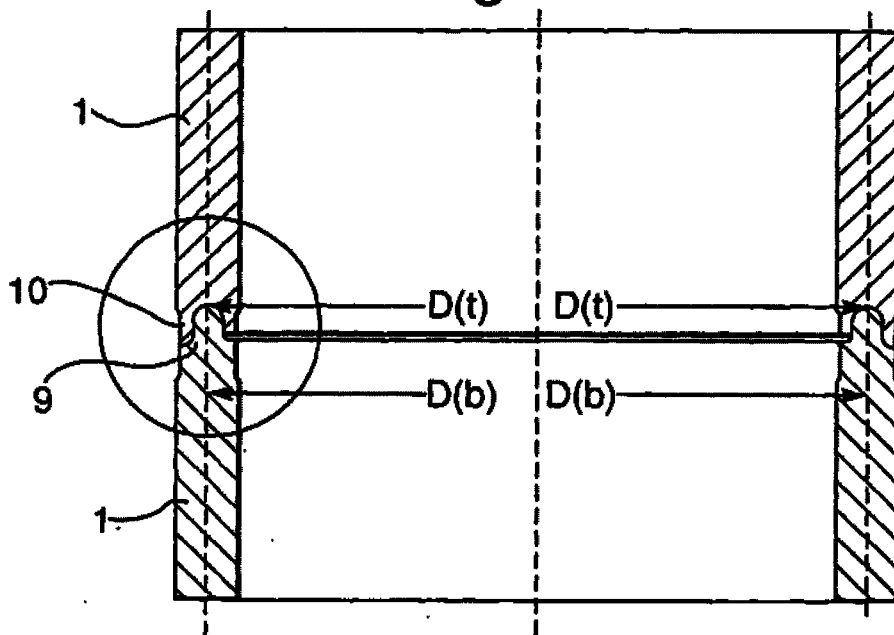
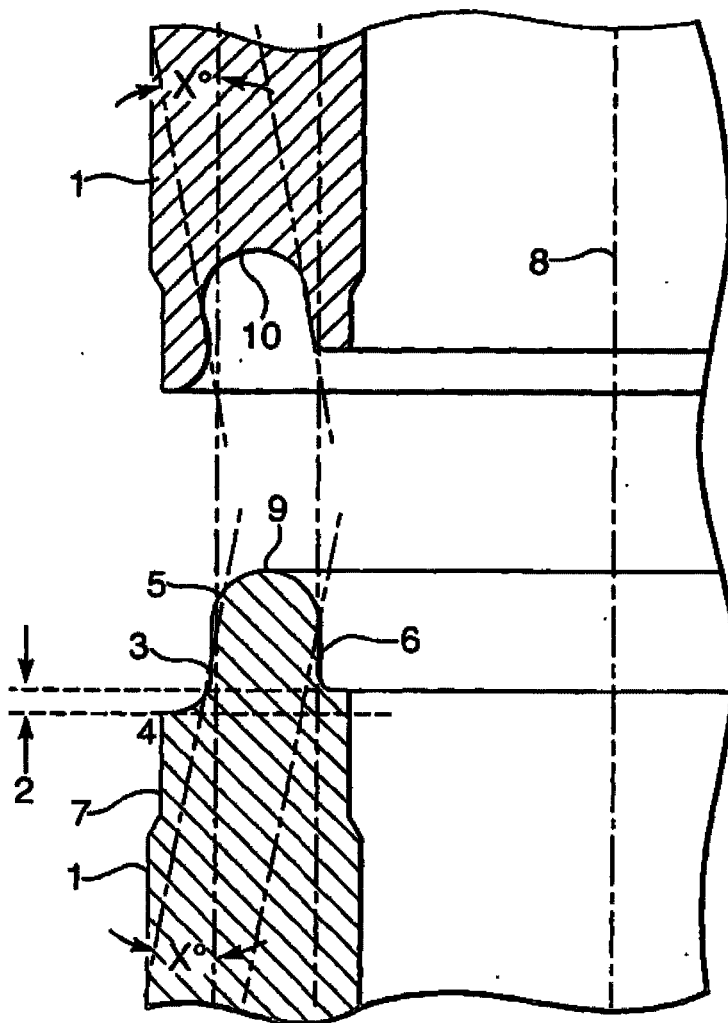


Fig.2.



2/2

Fig.3

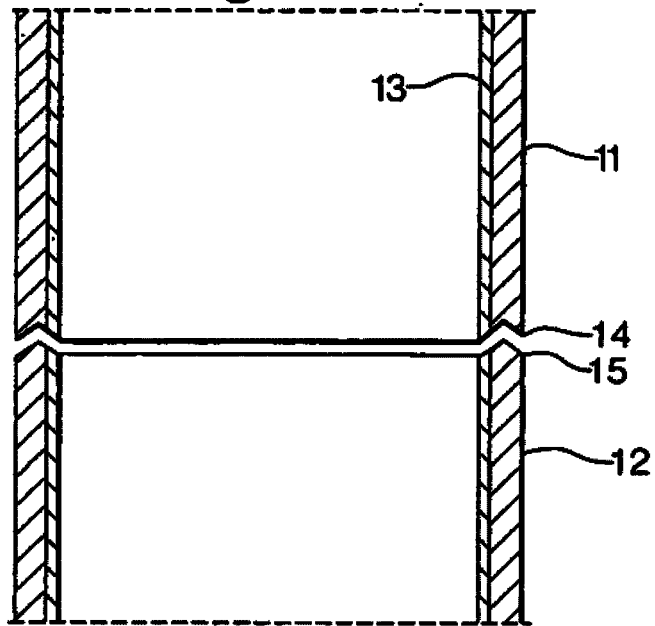


Fig.4(a).

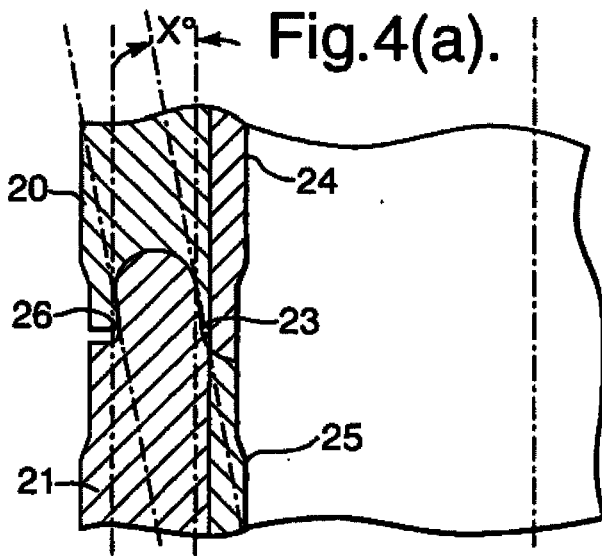


Fig.4(b).

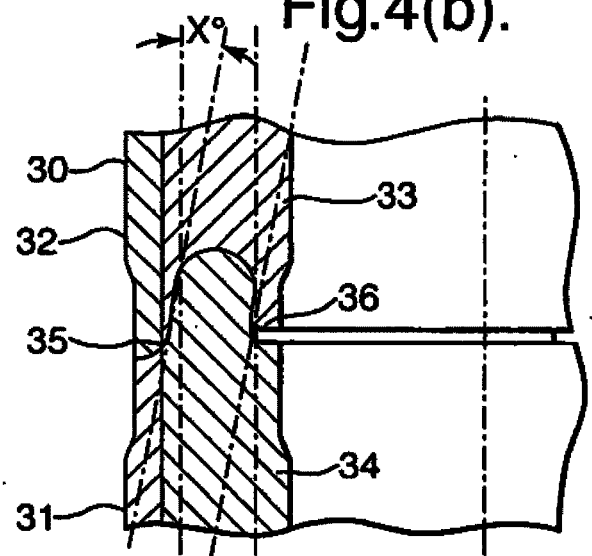


Fig.5.

