



(12) **PATENT**

(11) **342673**

(13) **B1**

NORGE

(19) NO

(51) Int Cl.

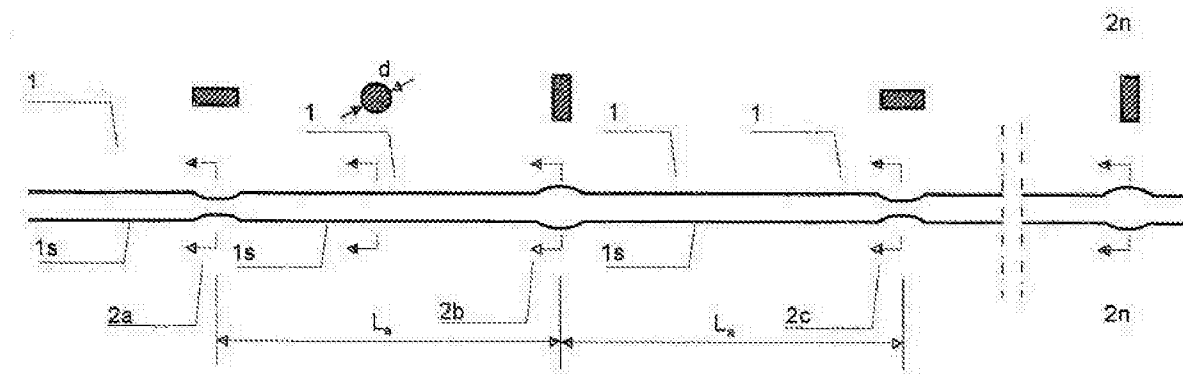
E21D 21/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20120439	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2012.04.13	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2007.01.18	(30)	Prioritet	2006.12.22, SE, 0602799
(41)	Alm.tilgj	2008.06.23			
(45)	Meddelt	2018.06.25			
(62)	Avdelt fra	20110667, med inndato 2011.05.04			
(73)	Innehaver	Normet International Ltd, Rothusstrasse 21, CH-6331 HUNENBERG, Sveits			
(72)	Oppfinner	Charlie Chunlin Li, Ole Nordgaards vei 9, 7049 TRONDHEIM, Norge			
(74)	Fullmektig	FLUGES PATENT AS, Postboks 27, 1629 GAMLE FREDRIKSTAD, Norge			

(54)	Benevnelse	En deformerbar fjellsikringsbolt
(56)	Anførte publikasjoner	WO 2004/055327 A1, US 2005/158127 A1, DE 3504543 C1
(57)	Sammendrag	

Oppfinnelsen er en fjellsikringsbolt for innstøpning i et borehull, hvor fjellsikringsbolten er karakterisert ved: en langstrakt sylindrisk massiv stamme (1) omfattende langstrakte lengder av stammedeler (1s) adskilt av integrerte ankere (2) fordelt med avstander (L_a) langs stangens (1) lengde, hvor ankerene (2) er innrettet for lokal forankring i forhold til deres lokale borehullveggpartier for å ta opp belastning som oppstår på grunn av bergarts-deformasjon, hvor stammedelene (1s) er innrettet til å gli i forhold til støpemassen eller borehullet, slik at hver av stammedelene (1s) tar opp lokal forlengelsesdeformasjon mellom par av et lokalt forankret foregående anker (2a, 2b, ...) og et lokalt forankret påfølgende anker (2b, 2c, ...).



En deformerbar bergbolt

Innledning

Denne oppfinnelsen gjelder bolting for forsterkning av fjell som er utsatt for langsom deformasjon eller plutselig bergslag. Bolting er det mest vanlige tiltak for bergsikring i undergrunns utvirkning av masser. Millioner av bolter for bergsikring forbrukes rundt om i verden hvert år. Grunnleggende krav til bergbolter er at de ikke bare må være i stand til å tåle en stor belastning, men også motstå en viss forlengelse før bolten svikter. I bergmasser under høy bergspenning reagerer bergartene på masseutvirkningen fra fjellet enten i form av stor deformasjon i svakt berg, eller med bergslag i hardt berg. I disse situasjonene kreves det deformasjonstolerante (eller energiabsorberende) bolter for å oppnå en god virkning av bergforsterkning. Særlig i gruveindustrien er dette behovet for deformasjonstolerante bolter sterkere enn i andre grener av steinindustri fordi gruveaktivitet foregår dypere og dypere, og problemer med bergdeformasjon og bergslag blir mer og mer alvorlig.

Bakgrunnsteknikk

WO99/61749 *Ferguson* : "Bergbolt og fremgangsmåte for å danne en bergbolt " beskriver fordypninger som danner bladlignende seksjoner dannet ved plastisk deformasjon av en del av en stålstang, hvor deformasjonen dannes ved anvendelse av en eksentrisk skjærkraft på stangen, resulterende i blader som avtegnet i figur 8 i foreliggende søknad. Formålet med Fergusons bergbolt er at bladet skal forbedre blanding, og for at skjærdeformasjonen av bladet ikke skal deformere bolten plastisk, aksialt eller sideveis i forhold til bolten. Ferguson foreslår et ekspanderbart skall montert omfattende radielt virkende kiler for samvirke med bladene for å ekspandere skallene til å låse bolten mot veggen av boltehullet. En vesentlig ulempe ved bladene i Fergusons patent er at fremstillingsmetoden omfatter å deformere en del av bolten ved anvendelse av en eksentrisk skjærkraft, noe som gjør at bladdelen utgjør det svakeste punktet slik at den ikke vil kunne utgjøre en tilsvarende forankring.

US-patentsøknad 2005/0158127A1 også til *Ferguson*, "Ettergivende bergbolt", beskriver en bergbolt med et strekkelement som kan gi etter ved å gli gjennom ankerne heller enn å gi etter i strekkelementmaterialet, og derved styre bevegelsen av ustabile bergarter hvori bolten er anordnet. Strekkelementet som sådan kan utgjøres av vaiertråder eller en metallstang, og har et omliggende rør anordnet som en slippmekanisme mot støpemassen. Ankerne for støpemassen utgjøres av to symmetriske ankerdeler som er klamret omkring strekkelementet, vennligst se Fig. 9 i foreliggende søknad. En ulempe ved US2005/0158127 er det faktum at kun strekkelementet blir deformert og ikke styrket sammenlignet med den rette delen av dette, og således er bolten utsatt for å brytes ved

ankerne, spesielt dersom strekkelementet er laget av en massiv stang. En annen ulempe ved US2005/0158127 er det betydelige antall komponenter som kreves for å danne en fungerende bergbolt.

Tysk patentskrift DE3504543C1 beskriver en bergbolt for innstøping i et borehull i fjell, hvor en langstrakt stamme har et overflateanker og videre omfatter én langstrakt lengde av en stammedel og hvor stammedelen har en påfølgende integrert ankerdel.

WO 2004/055327 beskriver en ettergivende bergbolt anordnet for å bli satt inn i et hull i en bergart ved at den omfatter en aksel dannet av en solid metallstang, idet akselen har en første ende og en andre ende, idet akselen har en relativt bred del ved siden av den første enden derav og en relativt smal del nær det brede partiet, et forankringselement med en langsgående boring montert rundt akselen ved den relativt smale delen og nærliggende det brede partiet, idet den langsgående boringen har minst en del av mindre dimensjon enn den relativt brede delen.

Problemer som søkes løst

I henhold til forankringsmekanismen er alle bolteinnetninger inndelt i tre kategorier:

(a) Mekaniske bolter, (b) fullt innstøpte bolter og (c) friksjonsbolter.

(a) Konvensjonelle mekaniske bolter er to-punkts-forankret i åpne hull. De er ikke pålitelige i tilfelle betydelig bergdeformasjon.

(b) Fullt innstøpte bolter henviser hovedsakelig til kamstålbolter støpt inn i hull med enten sement eller epoksyylim. En kamstålbolt er laget av en stålstang med kamribber på sin sylindriske overflate. Denne bolten er stiv og tolererer bare små deformasjoner før den svikter. Det har ofte blitt observert at kamstålbolter svikter i sterkt stressede bergmasser (Li, 2006a).

(c) Friksjonsbolter kan utstå en sterk deformasjon, men deres lastbærende kapasitet kan være ganske liten. For eksempel kan en standard såkalt "split set" bolt bare holde en last på omtrent 50 kN (Stillborg, 1994).

Blant alle de alternativene som foreligger av kommersielle bergbolter, er den bolten som er best egnet for å bekjempe problemer omkring bergdeformasjon og bergslag den såkalte "South African cone bolt" (Li og Marklund, 2004). Den koniske bolten kan forlenges mye og samtidig er den i stand til å tåle en ganske høy belastning. Imidlertid er den en to-punkts-forankret bolt med en invertert konus på den indre enden av en ellers glatt bolt for å bli installert i et sementfylt hull. En svikt ved ett av ankerne, for eksempel ved veggoverflaten, ville medføre et fullstendig tap av virkning som bergsikring.

Med hensyn til bergforsterkning i sterkt stressede bergmasser er ulempene ved de nåværende tilgjengelige boltene følgende:

- Kamstålbolter er for stive og tåler en veldig begrenset forlengelse (omlag 10 mm) før de svikter.
- Friksjonsbolter gir en for lav lastbærende kapasitet.
- Koniske bolter er ikke tilstrekkelig pålitelige på grunn av deres to-punkts forankringsmekanisme.

Belastningsmønstre for bolter i forskjellige bergmasser.

I svake bergarter vil et stort volum av bergarter omkring en underjordisk åpning være gjenstand for svikt i tilfelle høy in-situ bergspenning. Størrelsen av bergdeformasjonen er størst ved veggoverflaten av åpningen og avtar i retning innover i bergmassene. Denne typen deformasjon resulterer i at bergboltene er mest alvorlig belastet i området nærmest veggoverflaten (Sun, 1984; Li og Stillborg, 1999). Dette forklarer hvorfor mange kamstålbolter svikter ved gjengepartiet i sterkt deformerte bergmasser (Li 2006a). Noen ganger kan også en stor skjærdeformasjonsforkastning utvikles mange meter bak veggoverflaten (Li 2006b). I dette tilfellet er det påkrevd at boltene også burde fremvise evne til å tåle belastning og deformasjon i dypereliggende steder.

I en oppsprukket bergmasse blir en bolt lokalt belastet på steder hvor boltene skjærer bergsprekker som åpner seg (Björnfot og Stephansson, 1984). Det kan være flere belastningstopper langs boltens lengde og de mest belastede bolteseksjonene kan befinne seg langt inne i fjellet. I denne typen av bergmasser er det påkrevd at boltene har en god belastningskapasitet og også en høy deformasjonskapasitet langs hele sin lengde.

Ønskelige karakteristika for en ideell bolt

En ideell bolt for sterkt deformerte bergmasser skal være i stand til å tåle en stor belastning så vel som å være i stand til å tåle stor forlengelse. Videre må forankringsmekanismen for boltene være pålitelig.

Kort sammendrag av oppfinnelsen

De ovenfor nevnte problemene kan avhjelpest ved den foreliggende oppfinnelsen som er en bergbolt for innstøping i et borehull,

Hvor fremgangsmåten for å motvirke langsom bergartsdeformasjon eller bergslag, omfatter følgende trinn:

- frembringelse av bolter med langstrakt sylindrisk glatt stamme (1) med lengder av stammedeler (1s) adskilt av integrerte ankere (2) fordelt med avstander (L_a) langs stammen (1s),
- anbringelse av hver bolt i støpemasse i borehull, hvor de integrerte ankerne (2) forankres i støpemassen (g), hvor det anvendes lim eller sement som støpemasse (g),

- montering av et overflateanker på bolten, hvor overflateankret settes i spenn mot en bergartsoverflate ved at et gjengeparti (3a) strekksettes av en mutter (3b) mot en skive eller plate (3c),
- hvor ankrene (2) er lokal forankret i forhold til deres lokale borehullsveggpartier for å ta opp belastning som oppstår på grunn av bergartsdeformasjonen, og
- hvor stammedelene (1s) er innrettet for å gli i forhold til den herdede støpemassen (g) eller borehullet, slik at hver av stammedelene (1s) tar opp lokal forlengelsesdeformasjon mellom par av et lokalt forankret foregående anker (2) og et lokalt forankret påfølgende anker (2).

I en fordelaktig utførelse av oppfinnelsen er stammen (1) og de integrerte ankerne (2) laget av stål. Stammedelene (1s) kan ha en høyere deformasjonskapasitet per enhetslengde i forhold til ankerne (2). Ankerne (2) kan være herdet. En flytegrense for ankerne (2) kan være høyere enn en flytegrense for stammedelene (1s).

Fordeler ved oppfinnelsen

Den foreliggende oppfinnelsen har bestemte fordeler i forhold til WO99/61749 ved at ankerne ifølge foreliggende oppfinnelse ikke utgjør de svakeste men sterkeste elementene av bergbolten slik at de ikke er utsatt for deformasjon eller brudd under belastning, og således kan gi en tilfredsstillende forankringsvirkning.

Den foreliggende oppfinnelsen gir også fordeler i forhold til US-patentsøknad 2005/0158127A1 ved det faktum at strekkelementet er omgjort til å danne forsterkede ankere sammenlignet med de rette delene av bergboltens stamme, og således at bolten er utsatt for å gi etter langs stammedelene og ikke ved ankerne. En ytterligere fordel i forhold til US2005/0158127 er den vesentlige reduksjon av [antall] komponenter (minst 6 komponenter) som kreves for å danne en fungerende bergbolt, i sin enkleste utførelse dannet av en langstrakt stålstamme med integrerte ankere dannet av det samme emnet.

Figurbeskrivelser

Oppfinnelsen er illustrert i de vedlagte tegningene som er ment å skulle illustrere oppfinnelsen og som ikke skal kunne oppfattes som begrensende for oppfinnelsen, som bare skal være begrenset av de vedlagte kravene.

Figur 1 er et sideriss av en bergbolt i henhold til oppfinnelsen, her illustrert i en grunnutgave omfattende bare en stamme med jevnt fordelte integrerte ankerdeler for forankring til sementen eller limen når den herder i et borehull.

Fig. 2 er et sideriss av en bergbolt ifølge oppfinnelsen, her illustrert anordnet i en del av et borehull med de integrerte ankerdelene forankret i støpemasse herdet til sement, eller alternativt til lim. For enkelhets skyld er bare støpemassen nær ankerne illustrert. En stammedel er illustrert som at den spenner over en sprekk som har åpnet seg mellom to

blokker av bergarten, og stammedelen har blitt forlenget mens de tilstøtende ankerne forblir festet i forhold til deres lokale borehullsomkretser.

Figur 3 er et sideriss av en bergbolt ifølge en foretrukket utførelse av oppfinnelsen her illustrert med et gjenget parti med en skive og / eller en veggplate og en bolt på venstre side av tegningen, og videre illustrert med en valgfri endemikser på høyre side av tegningen.

Figur 4 er et sideriss av en bergbolt ifølge en foretrukket utførelse av oppfinnelsen, her anordnet støpt mellom bunnen av hullet og en skive ved bergartsoverflaten. Bare de delene av støpemasse som omgir ankerne er illustrert for enkelhets skyld, og hele ringrommet omkring bolten vil normalt være fylt med støpemasse.

Figur 5 a, b og c illustrerer alternative foretrukne utførelser av ankerne ifølge oppfinnelsen. Fig. 5a illustrerer en foretrukket utførelse av ankeret hvor en kort del av stammen har blitt flattrykt for å danne et utvidet integrert anker. Flattrykningen kan skje under en viss langsrettet staking for å gi en flytspenning for ankerne som er høyere en flytgrensen for de tilstøtende stammepartiene. Fig. 5b illustrerer en foretrukket alternativ utførelse av ankere hvor en kort del av stammen har blitt forkortet ved langsrettet staking. Fig. 5c er en illustrasjon av et anker med tre utspring, som viser en viss avfasning i overgangssonen mot hver ende.

Figur 6 viser to alternative former for bakgrunnsteknikkens endemiksere som valgfritt kan anordnes på bunnhullsenden av bergbolten ifølge oppfinnelsen. Fig. 6a viser en Y-splittet endemikser og Fig. 6b viser en endemikseplate sveiset til bunnhullsenden av stangen.

Figur 7 illustrerer at ettersom hovedandelen av deformasjonen skal absorberes ved forlengelse av stammedelen mellom ankerne, kan en andel av deformasjonen også tas opp som en relativt kort langsgående glidebevegelse av et anker i den herdede støpemassen.

Figur 8 er et isometrisk riss gjengitt fra WO99/61749 Ferguson, som viser innhakk som danner "padleåreblad" - partideler dannet ved deformasjon av en del av en stålstang, hvor deformasjonen er utført ved anvendelse av en mekanisk eksentrisk skjærkraft på stangen.

Figur 9 er et lengdesnitt gjengitt fra US2005/0158127, også til Ferguson, som viser et strekkelement eller strekkvaier i et rør som er deformert av et todelt klammeranker.

Beskrivelse av foretrukne utførelser av oppfinnelsen.

Bergbolten ifølge oppfinnelsen er tilnærmelesvis en bolt som gir de påkrevde egenskapene for en ideell bolt som beskrevet ovenfor. Den har blitt kalt en deformerbar bolt, forkortet "D-bolt". Den deformerbare bolten ifølge oppfinnelsen er en flerpunktsforankret bolt innrettet til å støpes med enten sement eller epoksylin i et borehull. Figur 1 viser et sideriss av bolten ifølge en grunnutførelse av oppfinnelsen, omfattende en glatt stålstangsstamme (1)

med et begrenset antall av integrerte ankere (2a, 2b, 2c, ..., 2n) som er fordelt langs stangstammens lengde. Uttrykt med andre begreper omfatter oppfinnelsen en bergbolt for innstøpning i støpemasse (g) i et borehull (b), hvor bergbolten omfatter en langstrakt sylindrisk massiv stamme (1) omfattende langstrakte lengder av stammedeler (1s) adskilt ved integrerte ankere (2) fordelt med avstander (L_a) langs stammens (1) lengde. Ankerne (2a) er innrettet for lokalt å bli forankret i forhold til deres lokale borehullveggs partier for å ta opp belastning som oppstår på grunn av bergdeformasjon. Stammedelene (1s) er innrettet for å gli i forhold til støpemassen eller borehullet, slik at hver av stamme[del]ene (1s) tar opp lokal forlengelsesdeformasjon mellom par av et lokalt forankret foregående anker (2) og et lokalt forankret påfølgende anker (2).

Bergbolten ifølge oppfinnelsen som omfatter stammen (1) med integrerte ankere (2) er fortrinnsvis helt laget av stål. Andre metaller som både er sterke og deformerbare kan benyttes.

Ifølge en første anvendelse av bergbolten ifølge oppfinnelsen er stammepartiene (1s) innrettet til å ta opp lokal forlengelsesdeformasjon på grunn av langtids bergdeformasjon som kan oppstå i løpet av dager, måneder eller år etter utvirkning slik som det vil forekomme i svake, myke bergarter.

Ifølge en andre anvendelse av bergbolten ifølge oppfinnelsen kan stammepartiene (1s) ta opp kortvarige dynamiske belastninger slik som dynamiske belastninger på grunn av bergslag eller eksplosjoner. Dette på grunn av det faktum at en lokal forlengelse av bergbolten på grunn av en plutselig utløst sprekk (vennligst se (c) i Fig. 2, som åpner seg til separat adskilte sprekkeoverflater ved flere centimeter, kan bli fordelt over omtrent 50 centimeter med stål ved å benytte en bergbolt ifølge oppfinnelsen. Denne effekten kan ikke oppnås ved bruk av en kamstålbolt hvor hver eneste del er forsynt med kamribber og således sitter fast i støpemassen, og som vil bli tvunget til å ta opp en lokal sjokkforlengelse (ΔL_a) over bare noen få centimeter, og således brytes, noe som ofte er erfaringen i bakgrunnsteknikken. På denne måten kan også dynamiske belastninger som ligner bergslag, slik som eksplosjoner, bli absorbert uten at bergbolten brytes.

I en foretrukket utførelse av oppfinnelsen skal bolten omfatte et gjenget parti (3a) anordnet i hodeenden og forsynt med en bolt (3b) for å holde en skive (3c) eller en plate mot en bergartsoverflate. Ifølge en ytterligere foretrukket utførelse kan den motsatte enden som skal utgjøre den innerste enden av bergbolten utstyres med en endemikser (4).

Avstanden mellom to påfølgende ankere er her benevnt med L_a og kan være jevn. Lengden av bolten er således i den foretrukne utførelsen omtrent $L = n L_a$, hvor n er antall stangsegmenter mellom ankerne (eller antallet ankere). Alternativt kan en ikke-jevn fordeling av ankere langs en del av stammen anvendes.

Fortrinnsvis er det i bergbolten ifølge oppfinnelsen stammepartier (1s) som er innrettet for å ha høyere deformasjonskapasitet per enhetslengde sammenlignet med ankerne (2). Videre ifølge oppfinnelsen kan de integrerte ankerne (2) fortrinnsvis være herdet for å forhindre at de blir deformert mens de belastes når de er festet i den herdede støpemassen, og for å forebygge at de slipes ned dersom de sklir i den herdede støpemassen.

Stammedelene (1s) er innrettet for å gli i forhold til den herdede støpemassen eller borehullet, slik at hver av stamme[dele]ne (1s) tar opp lokal forlengelsesdeformasjon mellom par av et lokalt forankret foregående anker (2) og et lokalt forankret påfølgende anker (2). Stangens stamme (1) av bolten har ifølge en foretrukket utførelse av oppfinnelsen en glatt, fortrinnsvis sylindrisk overflate. Stammedelene kan være mer eller mindre finslepne eller polerte ved hjelp av teknikker som kjemisk polering eller elektropolering. Overflaten kan videre være behandlet på en slik måte at overflaten av stangen har ingen eller neglisjerbart liten binding i forhold til den herdede støpemassen. En måte å oppnå denne målsetningen på er å belegge stangens overflate med et tynt lag med voks, lakk, maling eller annet ikke-heftende eller smørende middel. Når utsatt for strekkbelastning vil stangsegmenter mellom to tilstøtende ankere være mer eller mindre frie til å forlenge seg uten å koble seg mekanisk til den omkringliggende herdede støpemassen.

Under forlengelse under deformasjon kan stammen (1) gli i forhold til sin lokale borehullsomkrets ved å ha en overflate som frigjøres i forhold til den herdede støpemasse på grunn av diameterreduksjon på grunn av den såkalte Poisson-effekten.

Bergbolten ifølge oppfinnelsen kan ha stammedeler (1s) som er overflatebehandlet for ikke å bindes til den herdede støpemassen. Dette kan oppnås ved hjelp av kjemisk overflatebehandling slik som for eksempel ved å bli tilsatt et metalloksydlag på stammen (1).

Ved forankringspunktene er bolten mekanisk koblet til bergmassen. Et grunnleggende krav til ankerne er at de er sterkere enn stangen. Dette medfører at stangen går inn i en flyttilstand før ankerne svikter. Ankerne kan ha forskjellige former. Formen på et anker vist i Fig. 1 er bare ett alternativ. Med dette alternativet er ankeret dannet på en enkel måte ved å flattrykke stangen i en diametral retning og utvide dimensjonen i retningen som står vinkelrett på. Naboankerne kan ha den samme flattrykte formen utført vinkelrett på flattrykningsretningen på inneværende anker. Fortrinnsvis, gitt at borehullet er mer eller mindre rett og har en jevn vegg, kan de jevnt fordelte ankerne gjøre at stålstangen unngår direkte kontakt med borehullsveggen, noe som kan hjelpe til at bolten i sin helhet er omsluttet av støpemasse. Dette kan gi en forbedret korrosjonsbeskyttelse for boltestammen sammenlignet med konvensjonelle bolter som bare har et bunnanker og et overflateanker.

Det er kjent innen bakgrunnsteknikken at for liminnstøpning kan en blandemekanisme kalt en endemikser legges til på bunnenden av bolten, vennligst se Fig. 6. Ett alternativ for

endemikseren er å splitte stangens ende i en "Y"-form, vennligst se Fig. 6a. Andre alternativer, så som et blad sveiset på enden, vennligst se Fig. 6b, er også mulige for endemikseren.

En bergbolt ifølge oppfinnelsen kan forsterke bergarten på en slik måte som beskrevet nedenfor: Bergdeformasjonen vil primært belaste ankerne. Stangen, dvs. boltstammedelene mellom to tilstøtende ankere, vil i sin tur bli strukket og forlenget. Under ekstremt høye belastninger vil stangen gi etter og flyte. I noen tilfeller, for eksempel for en relativt svak støpemasse, kan ankerne til og med gli et lite stykke inne i støpemassen uten at man taper forsterkning. På grunn av disse to mekanismene kan bolten tåle en stor forlengelse samtidig som den utholder en stor belastning. Faktisk utnytter denne bolten i stor utstrekning stålmaterialets kapasitet både med hensyn til deformasjon og fasthet. Fjellforankringsvirkningen av bolten sikres ved segmentene mellom ankere. Et tap av forankring ved ett individuelt anker påvirker kun den lokale forsterkningsvirkningen av bolten. I det hele tatt vil bolten fremdeles virke godt med tap av ett eller flere individuelle ankere, så lenge som ett eller flere av ankerne er fast i borehullet. Anta som et eksempel at gjengepartiet av bolten svikter og at forankringen ved overflaten går tapt. Resultatet av denne svikten er tap av forsterkning kun i boltsegmentet mellom gjengepartiet og det første ankeret som befinner seg nærmest overflaten. Resten av bolten blir ikke påvirket av at overflatesegmentets gjengeparti svikter fordi den fremdeles er godt forankret i bergartene ved de andre upåvirkede ankerne.

Gjengepartiet bør være minst like sterkt som stålstangen eller til og med sterkere. Derfor bør den nominelle diameteren for gjengepartiet være større enn stangens diameter slik at den effektive diameteren av gjengepartiet er lik eller større enn stangens diameter. Et annet alternativ er å utføre spesiell metallurgisk behandling av gjengepartiet slik at dets fasthet gjøres større enn for stangen. Deformasjonskapasiteten for gjengepartiet er ikke særlig av betydning. Hovedpoenget med gjengepartiet er at gjengepartiet er så sterkt at stålstangen mellom gjengepartiet og det første ankeret har en mulighet til å gi etter. Dersom det blir gjort slik vil den største deformasjonen før stangens brudd være av vesentlig størrelse.

Et eksempel på en bergbolt ifølge oppfinnelsen er gitt nedenfor og illustrert i Fig. 3. Det antas at boltens parametere er gitt som følger.

Stangdiameter, d :	20	mm
Ankermellomrom, L_s :	0,55	m
Ankerlengde, L_a :	0,05	m
Lengde av gjengeparti, L_t :	0,10	m
Antall ankere, n :	5	

Boltelengde, L:	$5 \times 0.55 = 2,75$	m
Boltens bruddstyrke:	200	kN
Boltens flytgrense:	150	kN
Forlengelsesdeformasjon ved brudd:	20%	

Denne bolten har 5 boltesegmenter hvor hvert segment er $(L_s - L_a) = 0,5$ m langt. Tar man hensyn til flytforlengelsen kan hvert segment strekke seg opp til $(0,5 \text{ m} \times 20\%) = 10$ cm. således kan hvert boltesegment (0,5 m langt) tåle en maksimal forlengelse på 10 cm. Samtidig kan det holde en belastning på mellom 150 og 200 kN. Det første segmentet av bolten (fra gjengepartiet til det første ankeret) kan være litt kortere enn de andre. I eksempelutførelsen er det om lag 0,4 m $(L_s - L_a - L_t)$. den største forlengelsen av dette segmentet er $(0,4 \text{ m} \times 20\%) = 8$ cm. For kamstålbolter er det kun deformasjonskapasiteten for gjengepartiet som har noen betydning (Li, 2006a). Den største forlengelsen av den strekksatte delen av gjengepartiet er estimert til å være høyst 1 cm. Med et fastere gjengeparti ville den største forlengelsen av D-bolten ved veggoverflaten (8 cm) bli vesentlig forbedret sammenlignet med ordinært gjengede kamstålbolter. Med en slik deformasjon / belastningskapasitet kan bolten utgjøre en tilfredsstillende virkning for bergforsterkning i sterkt deformerte eller bergslag-utsatte bergmasser.

Bergbolten ifølge oppfinnelsen fremviser typisk en høy kapasitet både med hensyn til deformasjon og belastningsbærekraft. Videre er kvaliteten på bolteinstallasjonen pålitelig på grunn av dens flerpunkts-forankringsmekanisme. Boltene er spesielt egnet til bygnings- og gruveingeniørarbeid som står overfor problemet med stor bergdeformasjon eller bergslag. Boltene kan gi en god forsterkning ikke bare i tilfelle av kontinuerlig bergdeformasjon (i myke og svake bergmasser), men også i tilfelle av lokal åpning av individuelle sprekker i fjellet (i blokkoppdelte bergmasser). Forflytningen ved åpning av en enkelt sprekke i fjellet vil bli holdt tilbake av de to ankerne som omslutter sprekken.

Ankerne kan utformes på forskjellige måter for å gi noen alternative former: Fig. 5a, b og c illustrerer alternative foretrukne utførelser av ankerne ifølge oppfinnelsen. Fig. 5a illustrerer en foretrukket utførelse av ankeret hvor en kort del av stammen har blitt flattrykt for å frembringe et utvidet integrert anker med to utspring i tverrsnittet og som avfases mot hver overgang til stammedelene. Avflatningen kan skje under en lett langsrettet samtidig stukning for å gi en flytgrense for ankerne som er høyere enn flytgrensen for de tilstøtende stammedelene. Fig. 5b illustrerer en foretrukket alternativ utførelse av ankeret hvor en kort del av stammen har blitt forkortet ved langsrettet stukning. Fig. 5c er en illustrasjon av et tre-utsprings anker som viser en viss avfasning i overgangssonen mot hver ende.

Litteraturhenvisninger

- Björnfot F. and Stephansson O. 1984. Mechanics of grouted rock bolts - field testing in hard rock mining. *Report BeFo 53:1/84*, Swedish Rock Engineering Research Foundation.
- Li, C.C. 2006a. A practical problem with threaded rebar bolts in reinforcing largely deformed rock masses. *Rock Mech Rock Engng.* ISSN 0723-2632. (in press) Tilgjengelig direkte.
- Li, C.C. 2006b. Rock support design based on the concept of pressure arch. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 43(7), 1083-1090.
- Li, C.C. and Marklund, P.-I. 2004. Field tests of the cone bolt in the Boliden mines. Bergmekanikkdagen 2004, Oslo, 35.1-12. ISBN 82 91341 85 0.
- Li, C. and Stillborg, B. 1999. Analytical models for rock bolts. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 36(8), 1013-1029. ISSN 1365-1609.
- Stillborg B., *Professional Users Handbook for Rock Bolting*. Trans Tech Publications (2. utgave) (1994).
- Sun, X. 1984. Grouted rock bolt used in underground engineering in soft surrounding rock or in highly stressed regions. *Proc. of Int. Symp. on Rock Bolting* (redigert ved O Stephansson), A.A. Balkema, Rotterdam. 93-99

Patentkrav

1. En fremgangsmåte for å motvirke langsom bergartsdeformasjon eller bergslag, omfattende følgende trinn:

- frembringelse av bolter med langstrakt sylindrisk glatt stamme (1) med lengder av stammedeler (1s) adskilt av integrerte ankere (2) fordelt med avstander (La) langs stammen (1s),
- anbringelse av hver bolt i støpemasse i borehull, hvor de integrerte ankerne (2) forankres i støpemassen (g), hvor det anvendes lim eller sement som støpemasse (g),
- montering av et overflateanker på bolten, hvor overflateankeret settes i spenn mot en bergartsoverflate ved at et gjengeparti (3a) strekksettes av en mutter (3b) mot en skive eller plate (3c),

k a r a k t e r i s e r t v e d

- hvor ankrene (2) er lokal forankret i forhold til deres lokale borehullsveggpartier for å ta opp belastning som oppstår på grunn av bergartsdeformasjonen, og
- hvor stammedelene (1s) er innrettet for å gli i forhold til den herdede støpemassen (g) eller borehullet, slik at hver av stammedelene (1s) tar opp lokal forlengelsesdeformasjon mellom par av et lokalt forankret foregående anker (2) og et lokalt forankret påfølgende anker (2).

Fig. 1

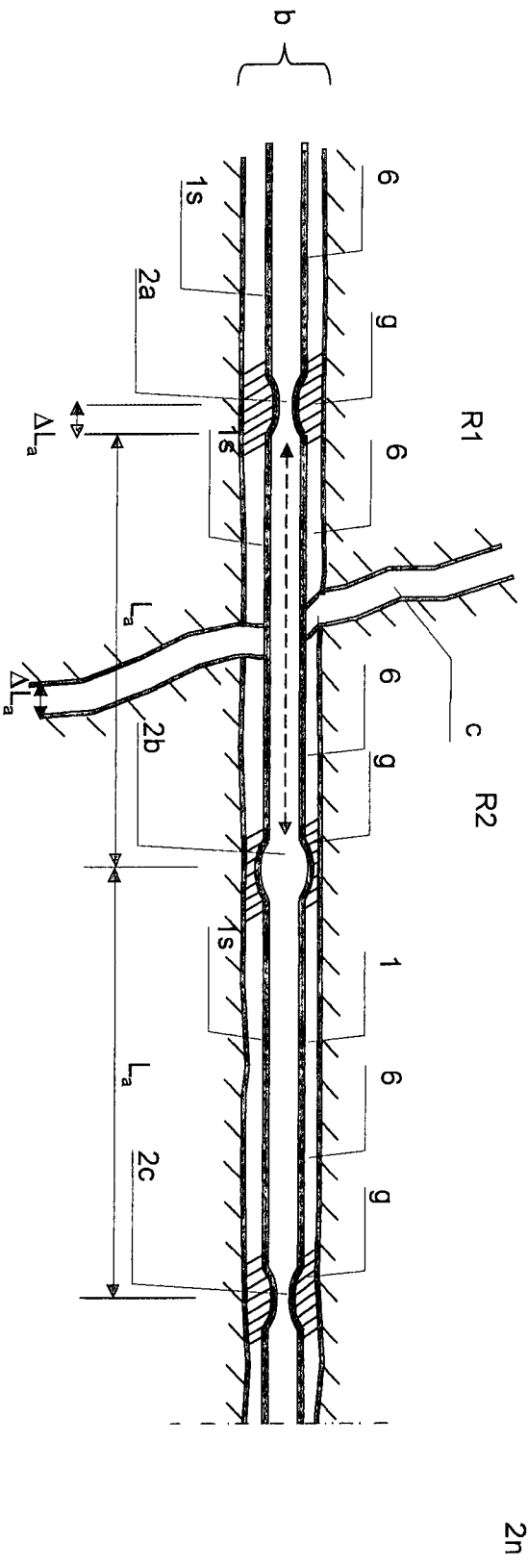
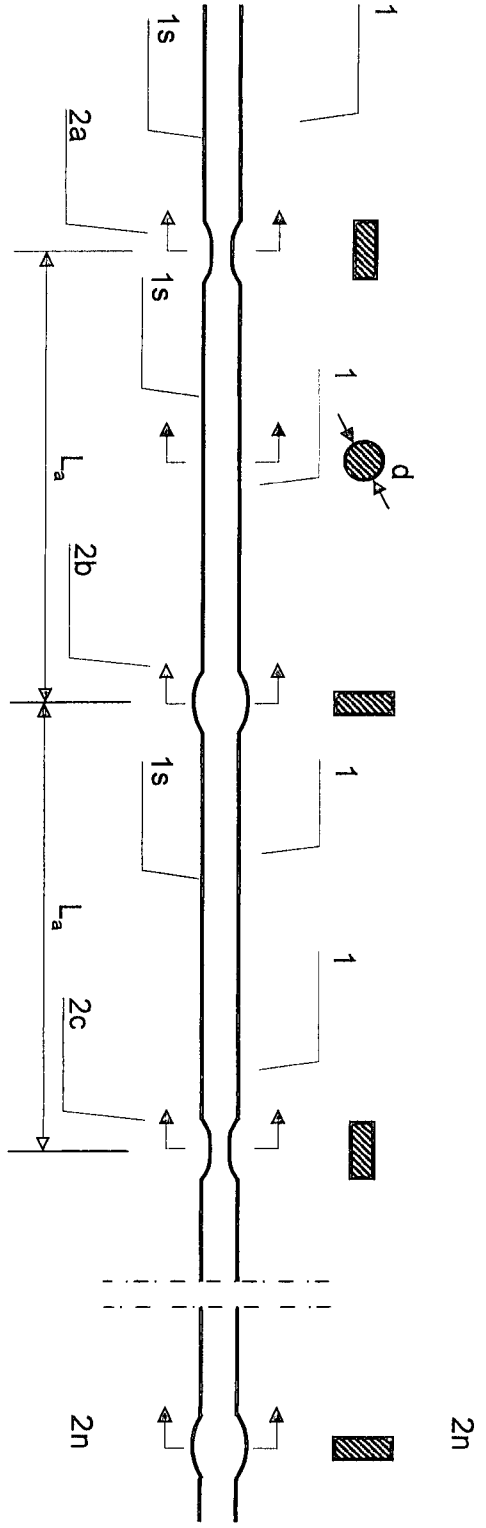


Fig. 2

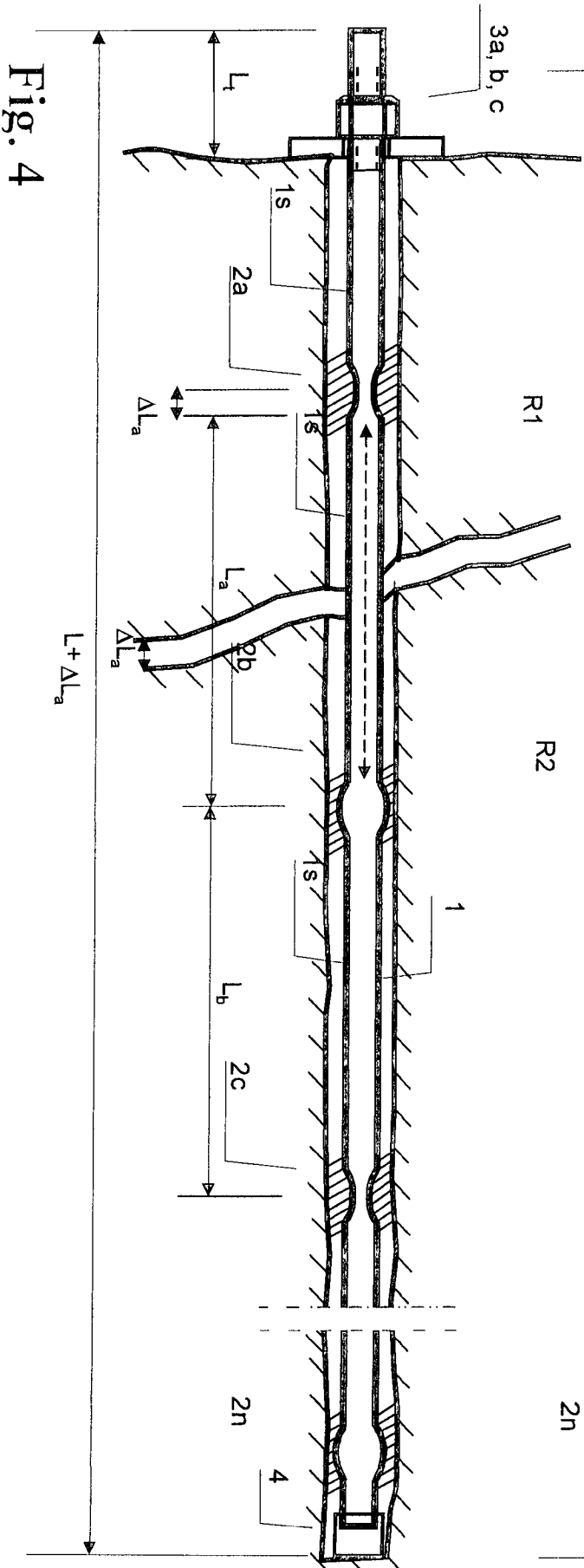
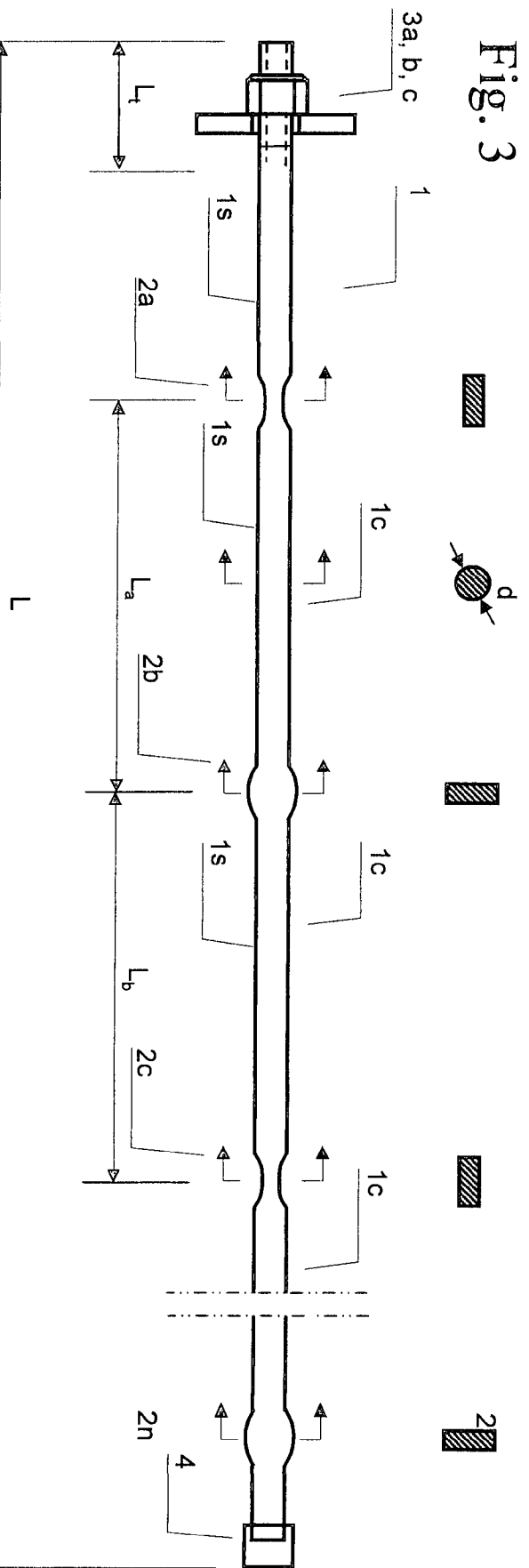


Fig. 5a

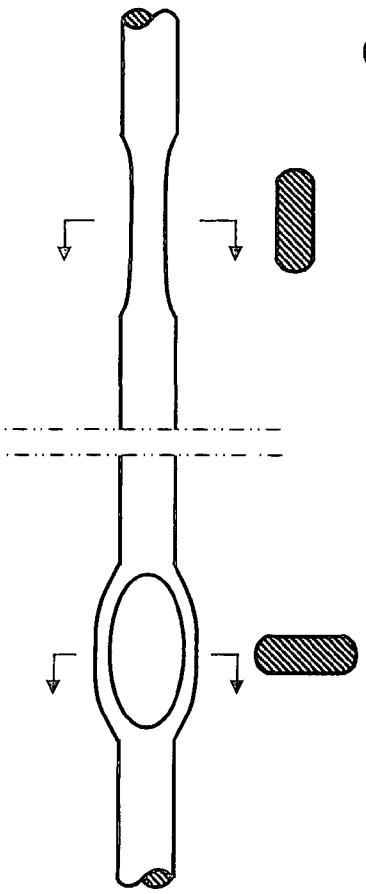


Fig. 5b

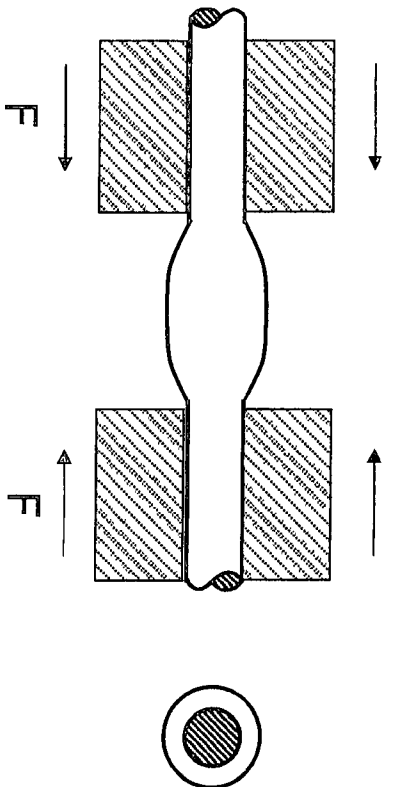


Fig. 5c

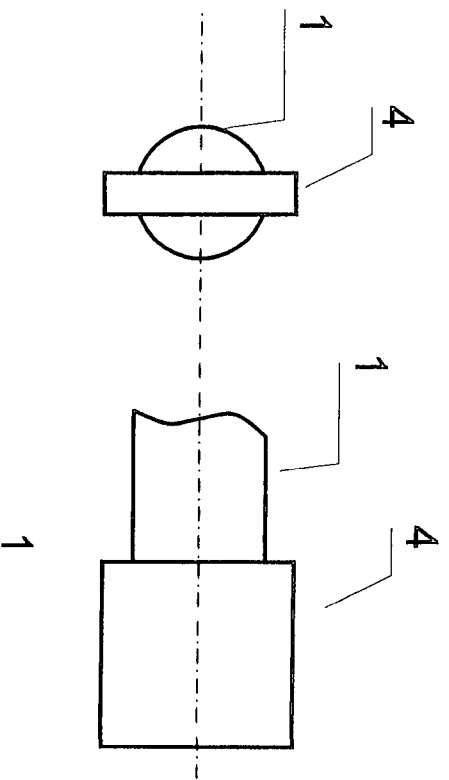
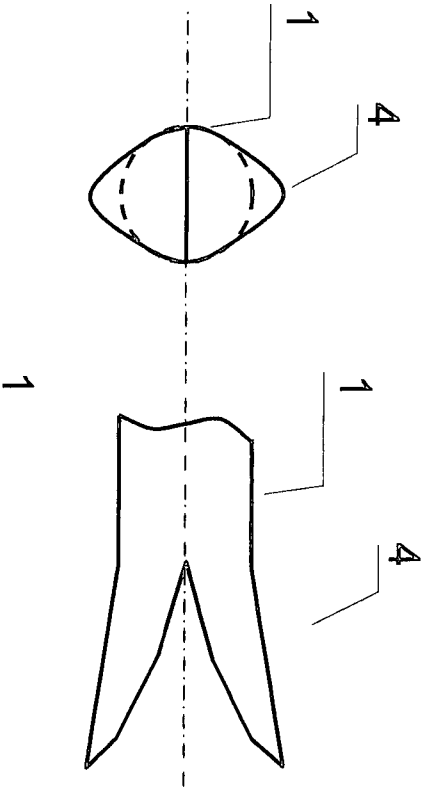
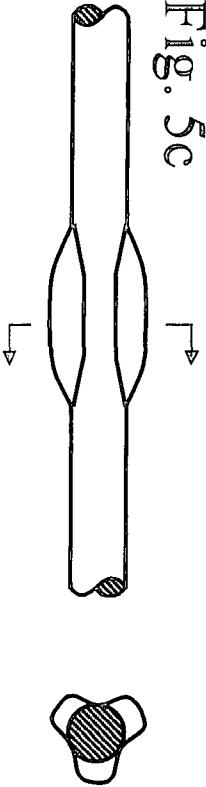


Fig. 6a (bakgrunnsteknikk)

Fig. 6b (bakgrunnsteknikk)

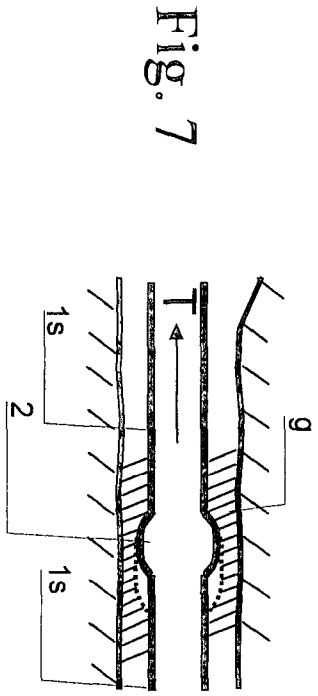


Fig. 7

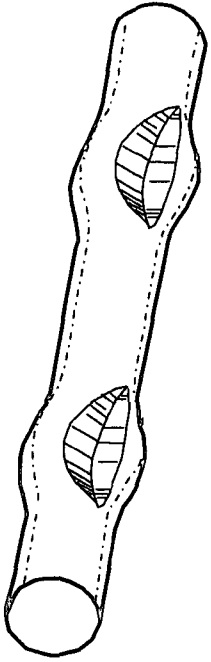


Fig. 8
(bakgrunnsteknikk)

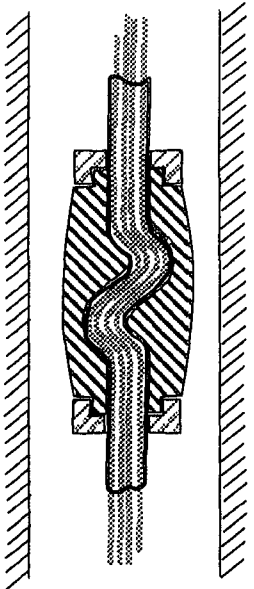


Fig. 9,
(bakgrunnsteknikk)