



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325104**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

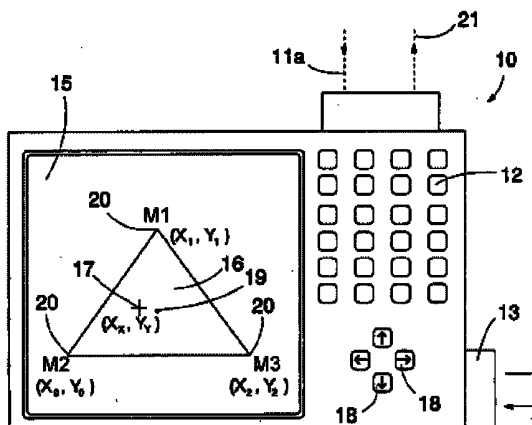
E21B 44/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20035083	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2002.05.14 PCT/FI02/00409
(22)	Inng.dag	2003.11.14	(85)	Videreføringsdag	2003.11.14
(24)	Løpedag	2002.05.14	(30)	Prioritet	2001.05.15, FI, 011021
(41)	Alm.tilgj	2003.12.30			
(45)	Meddelt	2008.02.04			
(73)	Innehaver	Sandvik Mining and Construction OY, Pihtisulunkatu 9, 33330 TAMMERFORS, FI			
(72)	Oppfinner	Heikki Saha, Karjakontie 4C, 33340 TAMMERFORS, FI			
		Pekka Salminen, Pitkäniemenkatu 11, SF-33330 Tammerfors, FI			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vik, 0125 OSLO			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og system for å styre en fjellboreinnretning
(56)	Anførte publikasjoner	US 5679894
(57)	Sammendrag	

En fremgangsmåte og et styresystem for å styre bergboring. En styreenhet (10) til en bergboreanordning er tilveiebragt med en eller flere styremodi (M1 -M4), som hver bestemmer borevariabler som skal måles, deres terskelverdier og driftsprinsipper i samsvar med hvilke driftsparemeteme til boringen blir styrt for å oppnå et ønsket styrekriterium. I samsvar med en foretrukket utførelse av oppfinnelsen omfatter et brukergrensesnitt til styresystemet et polygonalt driftsareal (16) som i hvert hjørne (20) omfatter en styremodus (M1 -M4). Når driftspunktet i driftsarealet (16) har blitt valgt, beregner styresystemet avstanden fra driftspunktet til hvert hjørne (20) og bestemmer en koeffisient for hver styremodus (M1 -M4) som det skal tas hensyn til ved bestemmelsen av boreparametrene.



Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte for å styre en fjellboreinnretning omfattende en bærer, en matebjelke, et fjellbor som er bevegbart i forhold til matebjelken, og en styreenhet for å styre fjellboringen, hvilken fremgangsmåte også omfatter å tilveiebringe et minne til styreenheten med defaultinnstillinger for boring, måling av driften til anordningen under boring og justering av driftsparameterne til boringen for å utføre en ønsket styreoperasjon. Likeså angår oppfinnelsen et system for å styre en slik fjellboreinnretning.

Fjellboring anvender en fjellboreinnretning som omfatter en bærer, en matebjelke og et fjellbor som forskyttes i forhold til matebjelken. Fjellboret omfatter en perkusjonsanordning for å levere støt på et verktøy forbundet med boret, og en roterende anordning for å rotere verktøyet. Fjellboret omfatter videre innretning for å føre et skylle- eller spylemiddel inn i et borehull for å spyle ut borekaks av hullet. Driftsparameteren til fjellboring innbefatter støttrykk, matetrykk, rotasjonsstrykkmediumstrømning og skylletrykk, som blir justert for å kunne styre driften av boreinnretningen slik det ønskes. I et mye utbredt styrearrangement er siktemålet å tilveiebringe borkronen med en maksimal inntrengningsrate. Dette arrangementet omfatter å måle inntrengningsraten til borkronen og empirisk justere individuelle driftsparametere for å oppnå den høyest mulige inntrengningsraten. Siktemålet til et annet generelt brukt styrearrangement er å optimalisere overføring av energi fra boret til fjellet. Dette arrangementet omfatter å måle rotasjons- effekten og/eller rotasjonsdreiemoment til borkronen og holde variablene innen forutbestemte grenser ved å justere individuelle driftsparametere.

Ellers omtaler US-patent nr. 5,679,894 en system for boring i grunnen med en styreenhet som er programmerbar for ulike styremoduser, der de forskjellige modusene kan baseres på en rekke parametere. I dette tilfellet omfatter systemet en borestreng med en borekrone som drives av en fortrengningsborekronemotor. Borestrengen er utstyrt med sensorer som er plassert på utvalgte steder, og som kontinuerlig måler forskjellige nedhulls driftsparametere nede i borehullet. Det benyttes nedhulls en styrekrets med en mikroprosessor, og et ikke-flyktig minne bearbeider signaler fra sensorene og overfører de bearbeidede dataene opphulls til en styreenhet på overflaten via et passende telemetrisystem.

En ulempe ved de kjente fremgangsmåtene er at når operatøren justerer individuelle driftsparametere, kan vedkommende ikke merke virkningene av justeringstiltakene på hele boresituasjonen og de totale kostnadene til boring. Det er derfor svært vanskelig å optimalisere boring ved å justere individuelle absoluttverdier. Justering av en enkelt

boreparameter påvirker, på positiv måte, visse målkriterier som representerer vellykket boring, men kan samtidig påvirke andre målkriterier på negativ måte. For eksempel vil en økning av støteffekten øke boringen og således redusere kostnadene til boring, men uheldigvis vil levetiden til boreutstyret samtidig avta, hvilket i sin tur fører seg vesentlig til kostnadene for boring. Totalt er i de foreliggende systemene vellykket justering og kontroll eller styring av en boresituasjon høyst avhengig av erfaringen og dyktigheten til operatøren.

Et formål med den foreliggende oppfinnelsen er å tilveiebringe et nytt og forbedret arrangement for å styre fjellboring.

Fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen er kjennetegnet ved å utstyre styreenheten med minst to styremoduser (M1-M4) med forskjellige styrestrategier, idet hver styremodus (M1 – M4) bestemmer minst ett kriterium som skal måles under boring, en terskelverdi for et måleresultat, og minst én justerbar driftsparameter, å prioritere én styremodus over de andre modusene, og å beregne, basert på måleresultatene, styreverdier for driftsparameterne som skal justeres i styreenheten for automatisk å styre boringen, slik at styrestrategien til den prioriterte styremodusen (M1- M4) vektes.

Videre er styresystemet i henhold til oppfinnelsen kjennetegnet ved at brukergrensesnittet til styreenheten (10) er utstyrt med minst to fortilformede styremoduser (M1-M4), hver styremodus (M1-M4) har en særskilt styrestrategi og bestemmer minst ett kriterium som skal måles under boringen, en terskelverdi for et måleresultat, og minst én justerbar driftsparameter, én styremodus kan prioriteres over de andre modus, og styreenheten er anordnet til automatisk å justere, basert på måleresultatene, driftsparameterne bestemt av styremodus (M1-M4), slik at boreresultatet i samsvar med den prioriterte styremodusen er vektet over de andre styremodus (M1-M4).

I samsvar med en vesentlig idé ved oppfinnelsen blir et antall styremoduser med forskjellige vektorer som kreves for å optimalisere fjellboring, bestemt i en styreenhet til en fjellboreinnretning. I samsvar med styrestrategien til hver styremodus blir ett eller flere kritiske styrekriterier målt og individuelle driftsparametere blir justert automatisk på en måte bestemt av styremodusen for å oppnå en ønsket tilstand til styremodusen. I praksis danner styresystemet, ved hjelp av styremodusen, koeffisienter som benyttes til å bestemme tillatte grenser for måleresultater og justerer individuelle driftsparametere. Defaultinnstillinger til fjellboreinnretningen, som også er nødvendig i styringen, blir lagret på forhånd i styreenheten og blir tatt hensyn til ved justering av driftsparametrene.

Et kriterium som skal måles, bestemt i en styremodus, representerer virkningen av justering av en eller flere driftsparametere til boring, og denne effekten eller virkningen blir målt enten direkte av sensorer eller beregner i styreenheten til fjellboreinnretningen på bakgrunn av målte data tilveiebragt fra sensorene.

Oppfinnelsen har den fordel av styremodus forenkler styringen av boring utført av operatøren av fjellboreinnretningen. Styremodus beskriver tydelig hvordan en individuell styrehandling påvirker hele boresituasjonen. Operatøren kan velge styremodusen som optimaliserer målkriteriet som han/hun anser det mest viktige. Videre kan operatøren veksle fra en styremodus til en annen på en enkel måte selv under boring ettersom forholdene for boring eller styremålene endrer seg.

I samsvar med en vesentlig idé ved en utførelse av oppfinnelsen omfatter styreenheten et brukergrensesnitt, hvor styremodus er anordnet i hjørner av et plan geometrisk polygon. Arealet definert av polygonet bestemmer således det tilgjengelige driftsområdet, hvor operatøren kan bevege en styremarkør eller lignende under justering. Lokaliseringen til styremarkøren i driftsområdet illustrerer det valgte driftspunktet. Dess nærmere driftspunktet er ett enkelt hjørne av polygonet og således en individuell styremodus, jo større er viktigheten til styremodusen. På grunn av den geometriske formen til driftsområdet vil overføringen av styremarkøren nærmere et hjørne bevege driftspunktet ytterligere fra de andre hjørnene og styremodus bestemmer deri. En fordel med denne utførelsen er at operatøren på en enkel måte kan vekte en styremodus som han/hun anser å være viktig. Brukergrensesnittet viser også tydelig hvordan prioritering av en styremodus også påvirker de andre målkriterier ved boring. Siden prioriteringen av en styremodus automatisk minsker viktigheten av de andre modus kan videre operatøren ikke gi styresystemet slike urimelige styrekommandoer som kunne være i konflikt med hverandre og således forårsake problemer i driften av boreinnretningen. I praksis bruker styreenheten lokaliseringen av styremarkøren til å beregne en vektingskoeffisient for hver styremodus, og verider av de individuelle driftsparametrene basert på vektingskoeffisientene.

Oppfinnelsen skal bli beskrevet mer detalj med henvisning til de medfølgende tegningene hvori

35

Fig. 1 er et skjematisk sideriss av en fjellboreinnretning,

Fig. 2 viser skjematisk en styreenhet i samsvar med oppfinnelsen og et brukergrensesnitt av denne,

Fig. 3 viser skjematisk en annen styreenhet i samsvar med oppfinnelsen og et brukergrensesnitt av denne, og

Fig. 4 viser skjematisk en tredje styreenhet i samsvar med oppfinnelsen og et brukergrensesnitt av denne.

For tydelighets skyld viser tegningsfigurene oppfinnelsen i en forenklet form. Like henvisningstall refererer til like deler.

Fjellboreinnretningen vist på fig. 1 omfatter en bærer 1, en kraftenhet 2 anordnet på bæreren, en styrekabin 3 og i dette tilfellet tre borebommer 4 som er bevegbare i forhold til bæreren. Den frie enden til hver borebom 4 er utstyrt med en matebjelke 5 med et fjellbor 6 anordnet bevegbart i denne. Fjellboret 6, matebjelken 5 og borebommen 4 danner en enhet som det refereres til her som en boreenhet 7. For klarhetens skyld viser ikke fig. 1 noen tilbehørutstyr som kreves for boring, slik som anordninger relatert til utskifting av borestrenger 8 og en borkrone 9. Fjellboreinnretningen omfatter videre en styreenhet 10 anordnet på bæreren 1, fortrinnsvis i styrekabinen i forbindelse med utstyret for å styre fjellboreinnretningen. Styreenheten 10 mottar måledata om for eksempel støttrykk, matetrykk, matestrøm, matehastighet, rotasjonshastighet, rotasjonstrykk, rotasjonstrykkmediumstrøm, strøm av spylemiddel, lydtrykkintensitet og vibrasjon via en ledning 11a fra sensorer 11 anordnet i boreenhetene 7. Styreenheten overfører styrekommandoer via en kontrollledning 21 til boreenheten 7 for å styre disse.

Fig. 2 viser en styreenhet 10 til en fjellboreinnretning. Styreenheten 10 omfatter en tastpute 12 for å mate inn data i minnet til styreenheten. For eksempel kan defaultinnstillingene til boreutstyret, slik som data om boringen, borestrenger, borkrone etc. bli innmatet via tastaturet til styreenheten. Alternativt kan defaultinnstillingene leses av en egnet leseanordning 13, for eksempel fra en lagerdisk eller bli overført fra en enhet utenfor fjellboreinnretningen via en ledning eller en trådløs datatransmisjonsforbindelse. Styreenheten vist på figuren omfatter fire styremoduser M1-M4, og den ønskede styremodusen kan velges ved hjelp av velgebrytere 14. I dette tilfellet velger operatøren en styremodus av gangen og styrestrategien til styremodusen blir brukt av styreenheten til å styre boringen.

Styremodus M1-M4 vist på fig. 2 kan f.eks. bli bestemt i samsvar med de følgende styrestrategiene:

- 5 M1 = boreeffektivitetsmodus som måler raten hvorved boreverktøyet trenger gjennom fjellet. Boreeffektivitetsmodusen M1 omfatter justering av driftsparameterne for å oppnå en maksimal inntrengningshastighet. Målkriteriet er derfor den maksimale inntrengningsraten. Alternativt kan målkriteriet til boreeffektivitetsmodusen være boring ved en hovedsakelig konstant inntrengningshastighet. Styreenheten justerer inntrengningsraten, for eksempel ved å variere matekraften, støteffekt og rotasjonsdreiemoment.
- 10 M2 = kvalitetsmodus som måler for eksempel rotasjonsdreiemomentet som virker på boreverktøyet. Kvalitetsmodusen M2 omfatter å justere driftsparameterne slik at rotasjonsdreiemomentet forblir innenfor forutbestemte grenser. Det er også mulig å måle matekraften og justere matingen for å unngå overmating under boringen, siden dette
- 15 vanligvis gjør hullet som skal bores mindre rettlinjet. Tilstrekkelig rettlinjethet til et hull, kan være et av målkriteriene til kvalitetsmodusen, oppnås ved å bruke en lav støteffekt. En av egenskapene som illustrerer borekvaliteten kan være hvor lett det er å avskru de gjengede forbindelsene mellom borekomponentene. Forbindelse kan åpnes mer enkelt når overmating er unngått under boringen.
- 20 M3 = kostnadsmodus som måler for eksempel vibrasjon som opptrer i boreutstyret. Kostnadsmodusen M3 omfatter å justere driftsparametrene for å minimalisere driftsparametrene for å minimalisere vibrasjonen. Kostnadsmodusen bestemmer grenser for tillatte vibrasjoner. Å forminske vibrasjonen forlenger levetiden til boreutstyret og
- 25 minimaliserer således kostnadene til reservedeler, og tomgangstid som resultat av reparasjoner. Målkriteriet til denne modusen er levetiden til boreutstyret. For å kunne minimalisere vibrasjon er siktemålet å unngå både undermating og overmating og en høy støteffekt og rotasjonsdreiemoment under boringen.
- 30 M4 = optimaliseringsmodus, hvor styringen inntil automatisk justerer driftsparameterne en av gangen. Modusen omfatter å måle en endring i måleverdiene forårsaket av driftsparameteren som blir justert. Måleverdiene har forinnstilte grenser. Når justering av en individuell driftsparameter tilveiebringer det tillatte området som er forinnstilt for en måleverdi, blir denne justeringsverdien låst og en ny driftsparameter blir valgt og justert
- 35 for å oppnå det forinnstilte tillatte området for måleverdien. Justeringen fortsetter på denne måten som en kontinuerlig syklus.

Oppfyllelse av målkriteriet krever oppfyllelse av visse målbare kriterier.

Fig. 3 viser en annen styreenhet 10 som omfatter et tastatur 12 og en leseanordning 13 for å levere defaultdata til styreenheten. Styreenheten omfatter videre en skjerm 15 og et grafisk brukergrensesnitt. Skjermen 15 fremviser et polygonalt driftsareal 16 som definerer arealet eller området hvor en styremarkør 17 kan forflyttes ved hjelp av piltaster 18. Alternativt kan markøren bli forflyttet ved hjelp av andre føringsinnretninger, slik som en mus, en pekeball eller en berøringsskjerm. Lokaliseringen til styremarkøren 17 i driftsarealet 16 bestemmer det løpende driftspunktet til styresystemet. I dette tilfellet er driftsarealet 16 trekantformet og hvert hjørne 20 av trekanten representerer en styremodus. Trekanten har tre styremoduser: M1, M2 og M3. Ved å flytte styremarkøren 17 kan operatøren vekte en styremodus over de to andre modus. I en situasjon hvor styremarkøren 17 er plassert i sentrum 19 av trekanten, er avstanden til hvert hjørne 20 lik og hver styremodus er således likt vektet. Når styremarkøren 17 blir forflyttet mot et hjørne 20, avtar avstanden til dette mens avstanden til de to andre hjørnene av trekanten øker. Styresystemet beregner vektingen av styremodus M1, M2 og M3 i forhold til markørens 17 avstand fra hjørnene 20 til trekanten.

Vektungskoeffisienten som brukes av styresystemet kan bli bestemt som følger:

20

- beregning av den maksimale avstanden R til markøren ved hjelp av formel $R = \text{kv.roten av } ((X1-X0)^2 + (Y1-Y0)^2)$
- beregning av vektungskoeffisienter C0,C1,C2 ved å subtrahere den direkte avstanden til hjørnet fra den maksimale avstanden R

25

$$C0 = R - \text{kv.roten av } ((XX-X0)^2 + (YY-Y0)^2)$$

$$C1 = R - \text{kv.roten av } ((XX-X1)^2 + (Y1-YY)^2)$$

$$C2 = R - \text{kv.roten av } ((X2-XX)^2 + (YY-Y2)^2),$$

fulgt av

30

- beregning av grenser for måldataene og styreverdier til individuelle driftsparametere ved hjelp av vektungskoeffisientene C0,C1,C2.

Videre gjør det grafiske brukergrensesnittet det mulig for operatøren å velge de ønskede kontrollmodus M1 – M3 til hjørnene 20 av driftsarealet 16 fra minnet til styreenheten 10. Styreenheten kan også lagre forskjellige driftsarealer 16 hvorfra operatøren kan velge ett.

35

Fig. 4 viser nok en annen styreenhet 10 hvor fire styremoduser M1, M2, M3 og M4 er anordnet i et kvadrat. I dette tilfellet er styremarkøren 17 en mekanisk føring, slik som en joystick eller lignende, og plasseringen eller lokaliseringen av føringen innenfor kvadratets driftsareal 16 bestemmer driftspunktet til styresystemet. Tilsvarende som i arrangementet vist på fig. 3 anvender styresystemet avstanden mellom markøren og en individuell styremodus for å beregne, for hver styremodus, vektingskoeffisientene som korresponderer med driftspunktet og deretter beregne driftsparametrene for boringen ved hjelp av koeffisientene.

Driftsarealet 16 med andre former er også mulige avhengig av for eksempel antallet styremoduser som skal brukes. I den enkleste formen kan driftsarealet være et linjesegment hvor to styremoduser er anordnet ved endepunktene til linjesegmentet. Forflytting av styremarkøren mot ett endepunkt av linjesegmentet forlenger samtidig avstanden til det andre endepunktet og minsker således vektningen av styremodusen ved det andre endepunktet.

Det skal videre nevnes at kriteriet som skal måles, nevnt i styremodusen, kan for eksempel være støyen, bevegelsestilstanden til bærestammen, temperatur til boreutstyret eller deformasjon av borestangen, i tillegg til kriteriene beskrevet ovenfor.

20

Når fjellboret og/eller mateinnretningen blir drevet av et trykksatt medium, blir trykket og strømning av det trykksatte mediet som virker på utstyret målt. Korresponderende innbefatter driftsparameterne støttrykk, matetrykk, matestrømning, rotasjonstrykk, rotasjonsstrømning og trykk og strømning av spylemidlelet. På den annen side, når boreutstyret blir drevet elektrisk, måler sensorene elektriske verdier slik som spenning og strøm. Når utstyret er elektrisk, er korresponderende driftsparameterne elektriske styrevariabler.

25

Tegningene og den relaterte beskrivelsen er bare ment å illustrere den inventive idéen. Detaljene ved oppfinnelsen kan variere innenfor rammen av kravene. Oppfinnelsen kan derfor anvendes i alle typer fjellboring.

30

Patentkrav

1.

Fremgangsmåte for å styre en fjellboreinnretning omfattende en bærer (1), en matebjelke (5), et fjellbor (6) som er bevegbart i forhold til matebjelken (5), og en styreenhet (10) for å styre fjellboringen, hvilken fremgangsmåte også omfatter å tilveiebringe et minne til styreenheten (10) med defaultinnstillinger for boring, måling av driften til anordningen under boring og justering av driftsparameterne til boringen for å utføre en ønsket styreoperasjon, k a r a k t e r i s e r t v e d

10 å utstyre styreenheten (10) med minst to styremoduser (M1-M4) med forskjellige styrestrategier, idet hver styremodus (M1 – M4) bestemmer minst ett kriterium som skal måles under boring, en terskelverdi for et måleresultat, og minst én justerbar driftsparameter,

 å prioritere én styremodus over de andre modus, og

15 å beregne, basert på måleresultatene, styreverdier for driftsparameterne som skal justeres i styreenheten (10) for automatisk å styre boringen, slik at styrestrategien til den prioriterte styremodusen (M1- M4) vektet.

2.

20 Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d

 å utstyre driftssystemet til styreenheten (10) med minst to samtidig aktive styremoduser (M1-M4) med forskjellige styrestrategier, og

 å prioritere én styremodus over de andre modus.

25

3.

Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d

 å utstyre driftssystemet til styreenheten (10) med et driftsareal (16) med utforming av et plant geometrisk polygon,

30 å velge driftspunktet til styringen ved flytting av en styremarkør (17) i driftsarealet (16),

 å plassere én styremodus (M1-M4) i hvert hjørne (20) av driftsarealet (16), og

 å beregne en vektingskoeffisient for hver styremodus (M1-M4) ved hjelp av avstanden mellom driftspunktet og hjørnene (20).

4.

System for å styre en fjellboreinnretning omfattende en bærer (1), en matebjelke (5), et fjellbor (6) bevegbart i forhold til matebjelken, en styreenhet (10) utstyrt med et brukergrensesnitt for styring av boringen, og minst én sensor (11) for måling av boreoperasjonen, , k a r a k t e r i s e r t v e d a t

brukergrensesnittet til styreenheten (10) er utstyrt med minst to fortilformede styremoduser (M1-M4),

hver styremodus (M1-M4) har en særskilt styrestrategi og bestemmer minst ett kriterium som skal måles under boringen, en terskelverdi for et måleresultat, og minst én justerbar driftsparameter,

én styremodus kan prioriteres over de andre modusene, og

styreenheten (10) er anordnet til automatisk å justere, basert på måleresultatene, driftsparameterne bestemt av styremodusene (M1-M4), slik at boreresultatet i samsvar med den prioriterte styremodusen er vektet over de andre styremodusene (M1-M4).

5.

Styresystem ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d a t brukergrensesnittet til styreenheten (10) er utstyrt med minst to samtidig aktive styremoduser (M1-M4) med forskjellige styrestrategier, og brukergrensesnittet omfatter en innretning for prioritering av én styremodus over de to andre modusene.

6.

Styresystem ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d a t brukergrensesnittet til styreenheten (10) omfatter omfatter et driftsareal (16) med utforming av et plant geometrisk polygon, at en styremodus (M1-M4) er plassert i hvert hjørne (20) av polygonet, at brukergrensesnittet omfatter en styremarkør (17), hvis lokalisering i driftsarealet (16) er anordnet til å representere et løpende valgte driftspunkt til styringen, og at styreenheten (10) er anordnet til å beregne vektingen av hver styremodus (M1-M4) avhengig av avstanden fra driftspunktet til hjørnene (20) av polygonet.

7.

Styresystem ifølge krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d a t driftssystemet omfatter et trekantformet driftsareal (16).

8.

Styresystem ifølge krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at et først
hjørne (20) av det trekantformede driftsarealet (16) er utstyrt med en styremodus (M1)
som optimaliserer inntrengningsraten ved boring, at det andre hjørnet av trekanten er
5 utstyrt med en styremodus (M2) som optimaliserer rettlinjeheten til hullet som skal bo-
res, og det tredje hjørnet av trekanten er utstyrt med en styremodus (M3) som optimali-
serer levetiden til boreutstyret.

9.

10 Styresystem ifølge et hvilket som helst av kravene 4 til 8, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at styreenheten (10) omfatter et grafisk brukergrense-
snitt.

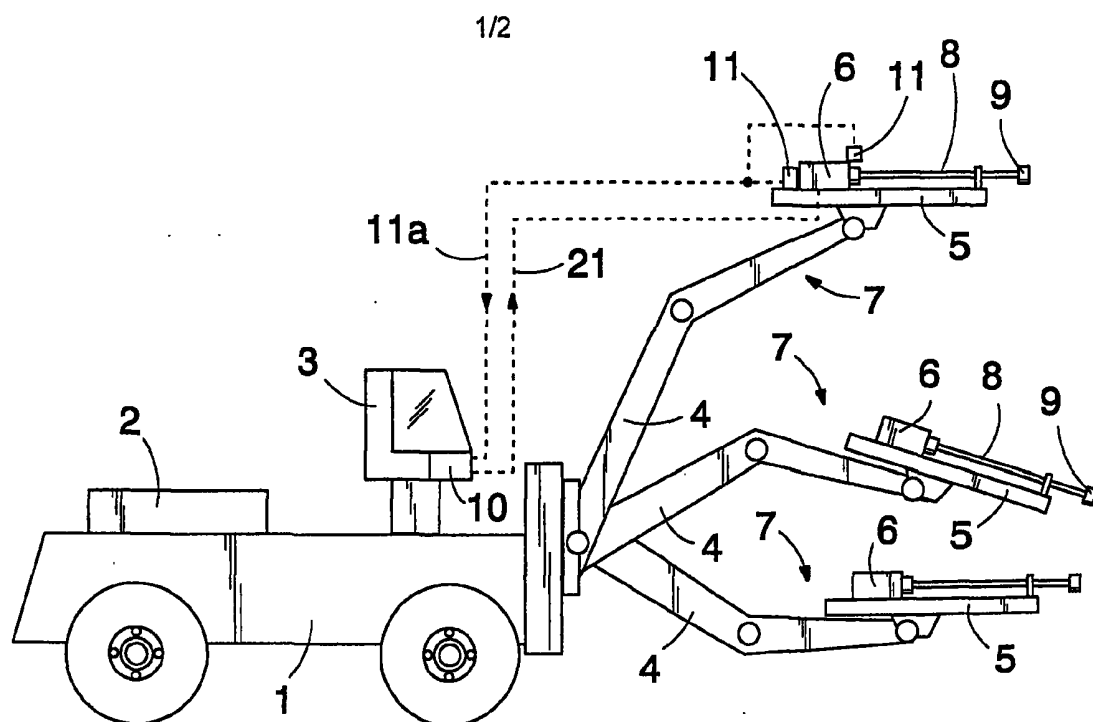


FIG. 1

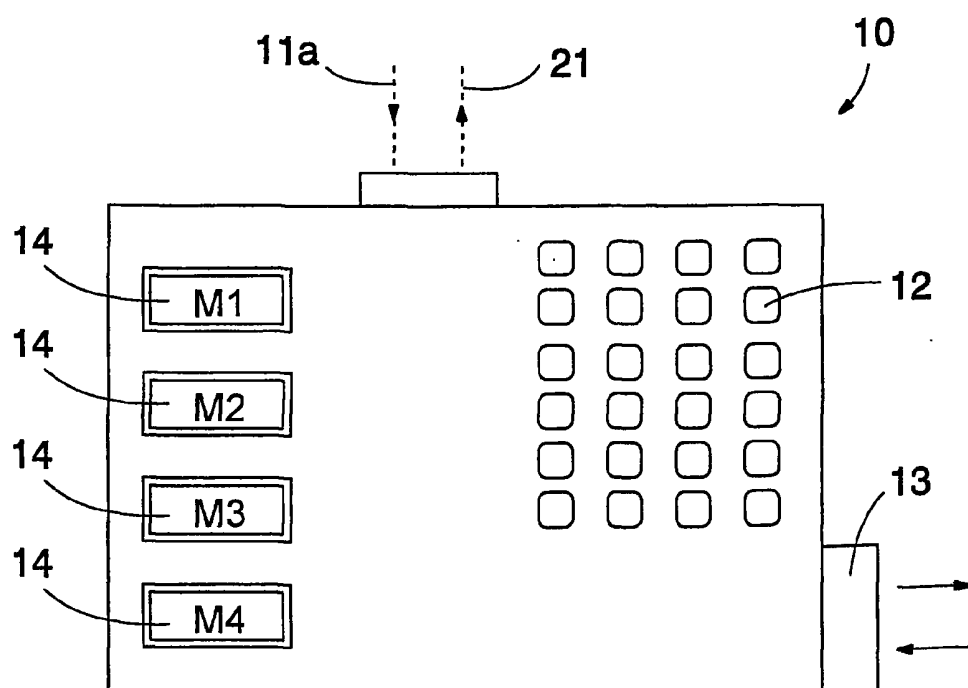


FIG. 2

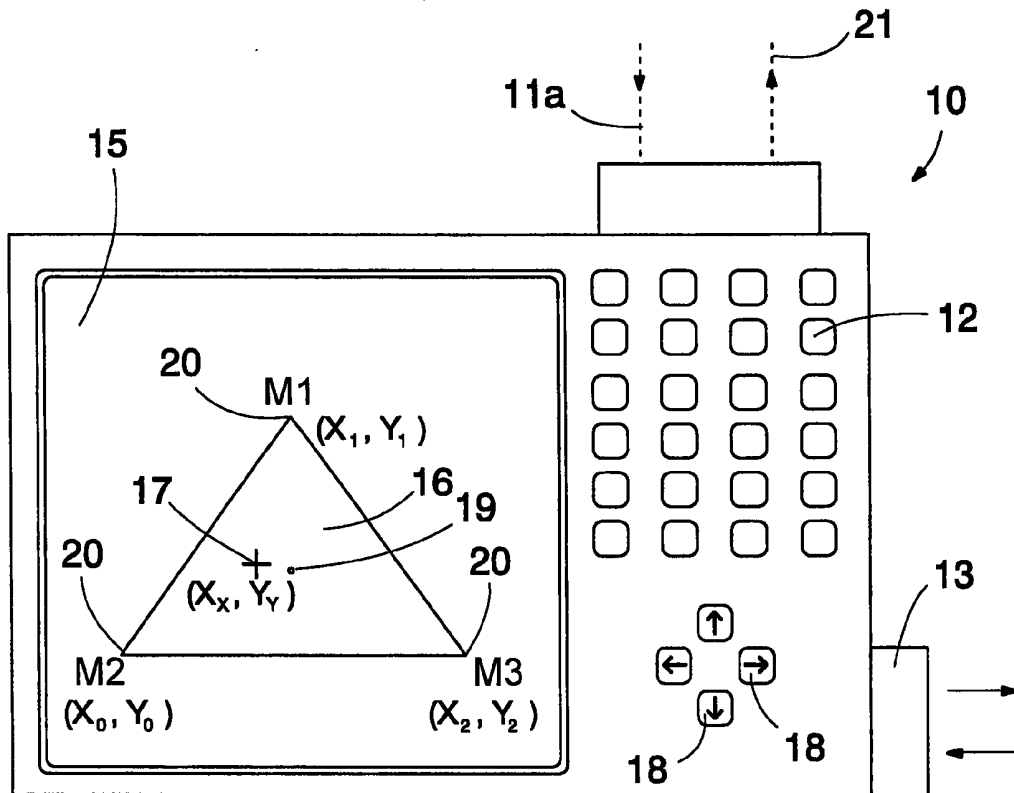


FIG. 3

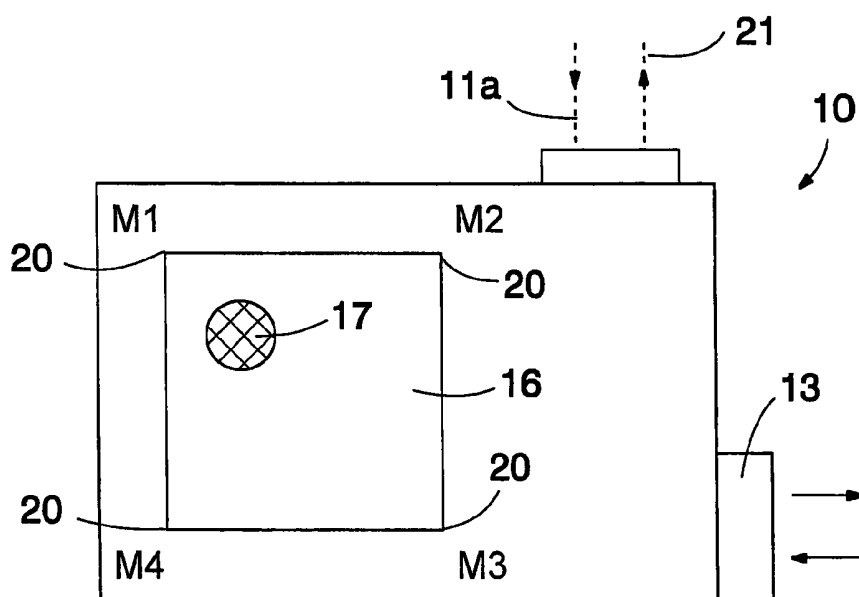


FIG. 4