



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) 335499

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

E21B 19/09 (2006.01)

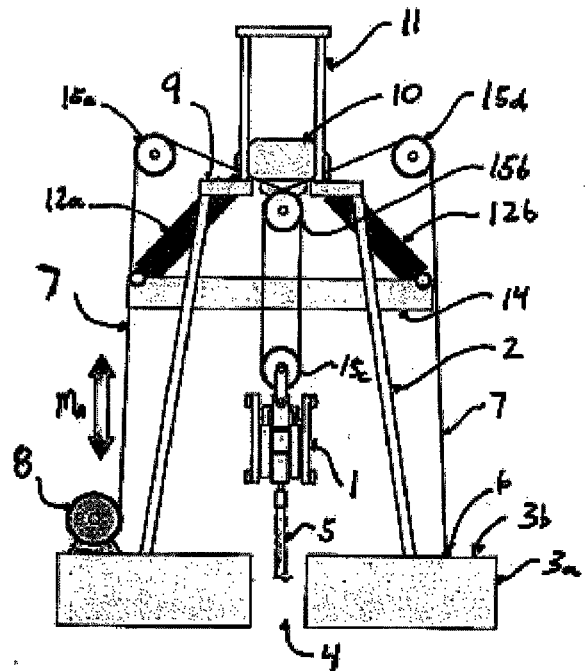
E21B 19/00 (2006.01)

### Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20111629	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2011.11.25	(85)	Videreføringdag
(24)	Løpedag	2011.11.25	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2013.05.27		
(45)	Meddelt	2014.12.22		
(73)	Innehaver	Aker MH AS, Postboks 413, Lundsiden, 4604 KRISTIANSAND S, Norge		
(72)	Oppfinner	Lars Pøhner, Trostestien 22, 3189 HORTEN, Norge		
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 1813 Vika, 0123 OSLO, Norge		

(54)	Benevnelse	<b>Et bevegelseskompenseringsystem</b>
(56)	Anførte publikasjoner	US 4867418 A WO 2005038188 A2 NO 315435 B1 US 3891038 A
(57)	Sammendrag	

Et bevegelseskompensasjonssystem for å kontrollere relative bevegelser mellom et flytende fartøy (3a) og et langstrakt element (5), hvor det langstrakte elementet er opphengt fra fartøyet ved en første ende og strekker seg ned i en vannmasse under det flytende fartøyet. En aktiv bevegelseskompensator (8) er forbundet til det langstrakte elementets første ende via et element (10) anordnet i et øvre område av en stående støttestruktur (2) og en passiv bevegelseskompensator (12 a,b) er forbundet til det langstrakte elementets første ende via elementet (10). Bevegelseskompensatorene (8, 12a,b) er strukturelt og operasjonelt separate og uavhengige enheter og er konfigurert for separat og innbyrdes uavhengig operasjon.



## Oppfinnelsens anvendelsesområde

Oppfinnelsen omhandler olje- og gassboring, og relaterte operasjoner, fra flytende strukturer. Mer spesifikt omhandler oppfinnelsen et bevegelseskompensasjonssystem som angitt i innledningen av krav 1.

### 5 Bakgrunn for oppfinnelsen

10 Flytende fartøy (skip, plattformer, etc.) benyttes vanligvis til boring, service- og vedlikehold av undervanns olje- og gassbrønner. Vanligvis blir et stigerør opphengt under et boredekk og forløper ned til et undervanns brønnhode på havbunnen. En borestreng kan henges av i boretårnet og forløpe på innsiden av stigerøret, gjennom  
15 brønnhodet og inn i et underjordisk hydrokarbonreservoar. Avstanden (og derav borestrengslengden) mellom havbunnsbrønnhodet og reservoaret kan være betydelig. I denne konfigurasjonen er stigerøret festet til havbunnen (via brønnhodet), mens borestrengen ikke er det. En borestreng eller borestrengskompensator som ikke fungerer tilfredsstillende vil derfor vanligvis ikke  
20 kompromittere (eng. compromise) brønnintegriteten, i og med at borestrengen løper på innsiden av stigerøret. Stigerøret sikrer at brønnen ikke er åpen mot sjøvannet.

De respektive forbindelsene mellom stigerøret og fartøyet, og mellom borestrengen og fartøyet, må kompenseres for i forhold til fartøyets bevegelse i vannet. De viktigste faktorene som forårsaker fartøysbevegelser er bølger og  
25 tidevannsstrømmer, men drift kan også være en faktor dersom fartøyet ikke er fast forankret til havbunnen. Avstanden mellom et fiksert punkt på fartøyet og et havbunnsbrønnhode vil variere i forhold til størrelsen på disse faktorene.

Kompensatorer er generelt basert på trykksatte sylindre i et hydraulisk-pneumatisk system. Denne såkalte passive kompensatoren fungerer som en fjær med en  
25 forhåndsbestemt (men dog) justerbar kraft. En passiv kompensator vil i prinsippet ikke kreve noe eksternt utstyr (for eksempel elektrisitet, kontrollsystem, luft- eller oljetilførsel) under operasjon. Stigerøret er vanligvis opphengt i et strekksystem under boredekket. Borestrengen er vanligvis opphengt i en borestrengkompensator (ofte referert til som en «DSC») i toppen av boretårnet («toppmontert  
30 kompensator»), som er velkjent innen fagområdet.

I en annen operasjonell konfigurasjon forløper borestrengen (eller foringsrøret) mellom fartøyet og havbunnen uten et stigerør. Borestrengen kan forbindes til et juletre og kan i kompensasjonskontekst vurderes til å være festet til havbunnen. I denne såkalte «festet-til-bunnen»-konfigurasjonen er kravene til  
35 kompensatorkapasitet betydelig redusert fordi borestrengen kun strekker seg ned til havbunnen og ikke ned inn i brønnen. Imidlertid, i en tilstand av et stigerørsløst system i en «festet-til-bunnen»-konfigurasjon må en være varsom, idet brønnen vil åpnes mot det omgivende sjøvannet dersom borestrengen feiler, eksempelvis på

grunn av en feil ved kompensatoren. Påliteligheten til kompensatorsystemet er derfor en meget kritisk faktor i denne konfigurasjonen.

Borestrengkompensatorer ifølge kjent teknikk inkluderer en passiv toppmontert borestrengkompensator (DSC) anordnet i toppen av boretårnet. Denne borestrengkompensatoren er forbundet til kronblokka (ofte også referert til som en «crown-mounted» kompensator, eller «CMC»). Den adresserer derfor løftekrokvariasjoner direkte og muliggjør en reduksjon av vekt-på-bit-variasjoner til et minimum (eng. weight-on-bit variations) under boring. Den toppmonterte DSC/CMC supplementeres ofte med en aktiv hivkompenseringsylinder som benyttes under landing av undervannskomponenter slik som BOPer, undervannstrær, og under underrømming (eng. under-reaming) og andre nedihullsoperasjoner som fordrer minst mulig bevegelse. Den aktive hivkompensatorsylindern er mekanisk forbundet til kronblokka. Løfteoperasjoner gjennomføres av et vanlig, ikke-kompensert, heisespill. CMCen omfatter vanligvis et dobbelt rullelagersystem (eng. rocker-arm system) og er kapabel til å håndtere signifikante dynamiske laster sammenlignet med den statiske kapasiteten til boretårnet og kronblokkarrangementet. For eksempel, for et boretårn, heisespill og CMC som hver har en statisk kapasitet i størrelsesorden 1279 tonn, er den dynamiske og aktive kapasiteten til CMC vanligvis i størrelsesorden 680 tonn, dvs. rundt 50% av den statiske kapasiteten. Den passive sylindern til CMCen er vanligvis i størrelsesorden 7,6 meter.

Et annet kjent alternativ til den overnevnte DSC/CMC, er et aktivt kompensert heisespill, dvs. uten en toppmontert DSC/CMC. Denne typen heisespill drives vanligvis av hydrauliske eller elektriske motorer, og den aktive kompenseringen skjer ved en kontrollert manipulering av motorene og/eller hydraulikken (pumper, kontrollventiler, etc.), basert på inputdata fra eksempelvis en bevegelsesregistreringsenhet på et fartøy, og bevirker at heisespillet firer ut eller spoler inn vaier. Dette systemet har ikke noe passivmodus. Et aktivt kompensert heisespill er også følsomt overfor mekaniske funksjonsfeil, noe som leder til et fullstendig tap av borestrengkompensering. Imidlertid er et aktivt kompensert heisespill fordelaktig sammenlignet med det toppmonterte DSC/CMC i et vekt- og balanseperspektiv: mens DSC/CMC er sammenlignbart tungt og plassert i toppen av boretårnet, er det aktivt kompenserte heisespillet lettere og anordnet på dekknivå.

US 4867418 angir en alternativ løsning til en tradisjonell toppkompensator. All belastning går gjennom elementene i kompensatorsylindrene selv om denne er parkert eller ikke benyttes.

WO 2005/038188 A2 omhandler et backup-system i form av et inline-kompensator-apparat som skal slå inn ved tilfeller der den tradisjonelle toppkompensatoren feiler eller gjøres inaktiv. I tillegg er det angitt at denne løsningen er tenkt brukt som en midlertidig løsning når man gjør kritiske "fixed to bottom"-operasjoner.

NO 315435 B viser et eksempel på en fullutstyrt toppkompensator.

US 3891038 A angir et system for å måle posisjonen til et boreverktøy.

Søkeren har kommet opp med og utformet oppfinnelsen for å overkomme begrensninger i den kjente teknikk, og for å oppnå ytterligere fordeler.

## 5 **Sammendrag av oppfinnelsen**

Oppfinnelsen er beskrevet og karakterisert i hovedkravet, mens de uselvstendige kravene beskriver andre karakteristikk ved oppfinnelsen.

10 Det er derfor tilveiebrakt et bevegelseskompensasjonssystem for å kontrollere relative bevegelser mellom et flytende fartøy og et langstrakt element, hvor det langstrakte elementet er opphengt fra fartøyet ved en første ende og strekker seg ned i en vannmasse under det flytende fartøyet; karakterisert ved en aktiv bevegelseskompensator forbundet til det langstrakte elementets første ende via et element anordnet i et øvre område av en stående støttestruktur, og en passiv bevegelseskompensator forbundet til det langstrakte elementets første ende via  
15 elementet, hvor bevegelseskompensatorene er strukturelt og operasjonelt separate og uavhengige enheter og er konfigurert for separat og innbyrdes uavhengig operasjon, og hvor

20 den aktive bevegelseskompensatoren er konfigurert til å være i hvilestilling i en statisk tilstand når den passive bevegelseskompensatoren er i operasjon, og vice versa.

I en utførelse omfatter den passive bevegelseskompensatoren en eller flere passive bevegelseskompensatorsylindre.

Den aktive bevegelseskompensatoren omfatter fortrinnsvis et aktivt kompensert heisespill plassert på et dekk på det flytende fartøyet.

25 I en utførelse omfatter den passive bevegelseskompensatoren en første ende som er forbundet til elementet og en andre ende som er forbundet til den stående støttestrukturen, og hvor elementet er bevegelig i en ledestruktur.

30 Den stående støttestrukturen omfatter et støtteelement for elementet, på hvilket elementet hviler når den passive bevegelseskompensatoren ikke er i operasjon og den aktive kompensatoren er i operasjon.

I en utførelse er den passive bevegelseskompensatoren opphengt i den stående støttestrukturen i en vertikal avstand over den aktive bevegelseskompensatoren.

35 Når en andre ende av det langstrakte elementet er festet til en bunn under vannmassen, så er den aktive bevegelseskompensatoren i en hvilestilling og den passive bevegelseskompensatoren i operasjon.

Således, ved å gjøre bruk av kombinasjonen av et aktivt kompensert heisespill og en passiv toppkompensator med en redusert kapasitet sammenlignet med

konvensjonelle toppkompensatorer, er risikoen ved å miste kompensatorkapabiliteter i en «festet-til-bunnen»-operasjon eliminert. Det aktivt kompenserte heisespillet vil ta hånd om operasjoner hvor borestrengen ikke er festet-til-bunnen. I denne modusen brukes ikke den passive

5 bevegelseskompensatoren, og kronblokka hviler på vannbordet (eng. water table), slik at lastene overføres direkte til boretårnet og ikke gjennom den passive bevegelseskompensatoren.

#### **Kort beskrivelse av tegningene**

Disse og andre karakteristikker ved oppfinnelsen vil bli tydeliggjort i den

10 etterfølgende beskrivelsen av en foretrukket utførelsesform, gitt som et ikke-begrensende eksempel, med referanse til de vedføyde skjematiske tegningene hvor:

Figur 1 viser det oppfunne systemet i en aktiv kompenseringsmodus; og

Figur 2 viser det oppfunne systemet i en passiv kompenseringsmodus.

#### **Detaljert beskrivelse av en foretrukket utførelse**

15 Figur 1 viser en skjematisk fremstilling av bevegelseskompensatoren ifølge oppfinnelsen i en aktiv modus. Et boretårn 2 støttes av et flytende fartøy (indikert skjematisk som 3a) med en dekkstruktur 3b. En boremaskin 1 er opphengt i boretårnet og styrer en borestreng 5 som strekker seg gjennom en kjellerdekkåpning 4 og, inn i vannet og til havbunnen (ikke vist). Dette arrangementet er velkjent på

20 fagområdet.

Borestrengen 5 er opphengt i en kronblokk 10, via boremaskinen 1 og et vaier-og-skive-arrangement 7, 15b,c. I denne aktive kompenseringsmodusen hviler kronblokka 10 på, og er fortrinnsvis boltet fast til, et vannbord 9 i boretårnet. Et heisespill 8 er forbundet til dekkstrukturen 3b og til boremaskinen 1 via en vaier 7

25 som løper gjennom skiver 15a-d og til et forbindelsespunkt 6 på dekkstrukturen (nødvendige kraft- og kontrollanordninger, hydrauliske slanger, etc., har blitt utelatt fra figuren da disse elementene er velkjente på fagområdet). Således vil bevegelsen av (og derav bevegelseskompenseringen av) borestrengen 5 oppnås ved en kontrollert operasjon av heisespillet 8. Heisespillet 8 er fortrinnsvis et aktivt

30 kompensert heisespill og er dimensjonert for å håndtere de store lastene assosiert med eksempelvis nedihullsoperasjoner når borestrengen ikke er «festet-til-bunnen». Denne bevegelsen er indikert med den dobbelt-hodede pilen  $M_A$  på figur 1.

En passiv kompensator, skjematisk vist i form av to passive kompensatorsylindre 12a,b, er forbundet mellom en støtteplattform 14 i boretårnet og kronblokka 10

35 (nødvendige kraft- og kontrollanordninger, hydrauliske slanger, etc., har blitt utelatt fra figuren da disse elementene er velkjente på fagområdet). Når bevegelseskompensasjonssystemet ifølge oppfinnelsen er i den aktive modusen, er den passive bevegelseskompensatoren 12a,b i hvilestilling og ikke i bruk. Kronblokka 10 hviler på vannbordet 9 og er fortrinnsvis fastgjort til dette.

- Figur 2 er en skjematisk visning av bevegelseskompensatorsystemet ifølge oppfinnelsen i en passiv modus, hvilken benyttes i en «festet-til-bunnen» konfigurasjon av borestrengen. Her har kronblokka 10 blitt frigjort fra vannbordet 9 og er fri til å beveges opp og ned i ledestrukturen 11. Den passive bevegelseskompensatoren 12a,b er i operasjon (indikert med den dobbelt-hodede pilen  $M_P$ ) og er innstilt for å kompensere for fartøysbevegelser. I denne konfigurasjonen opereres heisespillet 8 som et konvensjonelt heisespill. På denne måten kompenseres borestrengen kun av den passive kompensatoren 12a,b under «festet-til-bunnen» - operasjonen.
- Den passive bevegelseskompensatoren 12a,b er designet for kun å håndtere de (sammenlignbare) små lastene assosiert med «festet-til-bunnen» - operasjoner. Når systemet er i en aktiv kompenseringsmodus (eksempelvis under nedihullsoperasjoner, se figur 1), tar ikke den passive bevegelseskompensatoren opp noen krefter i det hele tatt (kreftene overføres til boretårnet via kronblokka som hviler på vannbordet). Av denne grunn kan den passive bevegelseskompensatoren designes mye smalere og lettere enn konvensjonelle borestrengkompensatorer. Behovet for sylinderslag- og lasthåndteringskapabiliteter reduseres sammenlignet med kjente CMCer. I tillegg er det ikke nødvendig med rullelagre. Den nye passive bevegelseskompensatoren behøver ikke å bli dimensjonert for boretårnets maksimale last, slik som er tilfelle for kjente kompensatorer. Med henvisning til eksempelet ovenfor for et kjent boretårn, heisespill- og CMC-kombinasjon, er forskjellene mellom den kjente teknikk og det oppfunne systemet illustrert med de følgende eksempeldataene:

	<u>Kjent teknikk</u>	<u>Oppfinnelsen</u>
25		
	• Boretårnkapasitet (tonn)	1270
	• Heisespillkapasitet (tonn)	1270
	• Toppkompensator	
	○ statisk kapasitet (tonn)	1270
30	○ dynamisk kapasitet (tonn)	680
	○ aktiv kapasitet (tonn)	680
	○ slag (meter)	7,6
		5

## PATENTKRAV

1. Et bevegelseskompensasjonssystem for å kontrollere relative bevegelser mellom et flytende fartøy (3a) og et langstrakt element (5), hvor det langstrakte elementet er opphengt fra fartøyet ved en første ende og strekker seg ned i en vannmasse under det flytende fartøyet; **karakterisert ved**
- 5 - en aktiv bevegelseskompensator (8) forbundet til det langstrakte elementets første ende via et element (10) anordnet i et øvre område av en stående støttestruktur (2), og
- 10 - en passiv bevegelseskompensator (12a,b) forbundet til det langstrakte elementets første ende via elementet (10), hvor bevegelseskompensatorene er strukturelt og operasjonelt separate og uavhengige enheter og er konfigurert for separat og innbyrdes uavhengig operasjon, og hvor den aktive bevegelseskompensatoren (8) er konfigurert for å være i
- 15 hvilestilling i en statisk tilstand når den passive bevegelseskompensatoren (12a,b) er i operasjon, og vice versa.
2. Bevegelseskompensasjonssystemet ifølge krav 1, hvor den passive bevegelseskompensatoren (12a,b) omfatter en eller flere passive bevegelseskompensatorsylindre (12a, 12b).
- 20
3. Bevegelseskompensasjonssystemet ifølge hvilket som helst av de foregående kravene, hvor den aktive bevegelseskompensatoren (8) omfatter et aktivt kompensert heisespill (8) plassert på et dekk (3b) på det flytende fartøyet.
- 25
4. Bevegelseskompensasjonssystemet ifølge hvilket som helst av de foregående kravene hvor den passive bevegelseskompensatoren (12a,b) omfatter en første ende som er forbundet til elementet (10) og en andre som er forbundet til den stående støttestrukturen, og hvor elementet (10) er bevegelig i en ledestruktur (11).
- 30
5. Bevegelseskompensasjonssystemet ifølge krav 4, hvor den stående støttestrukturen omfatter et støtteelement (9) for elementet (10), på hvilket elementet hviler når den passive bevegelseskompensatoren ikke er i operasjon og den aktive kompensatoren er i operasjon.
- 35
6. Bevegelseskompensasjonssystemet ifølge hvilket som helst av de foregående kravene, hvor den passive bevegelseskompensatoren (12a,b) er opphengt i den stående støttestrukturen i en vertikal avstand (h) over den aktive bevegelseskompensatoren (8).

7. Bevegelseskompensasjonssystemet ifølge hvilket som helst av de foregående kravene, hvori, når en andre ende av det langstrakte elementet (5) er festet til en bunn under vannmassen, så er den aktive bevegelseskompensatoren (8) i hvilestilling og den passive bevegelseskompensatoren (12a,b) i operasjon.



1/1

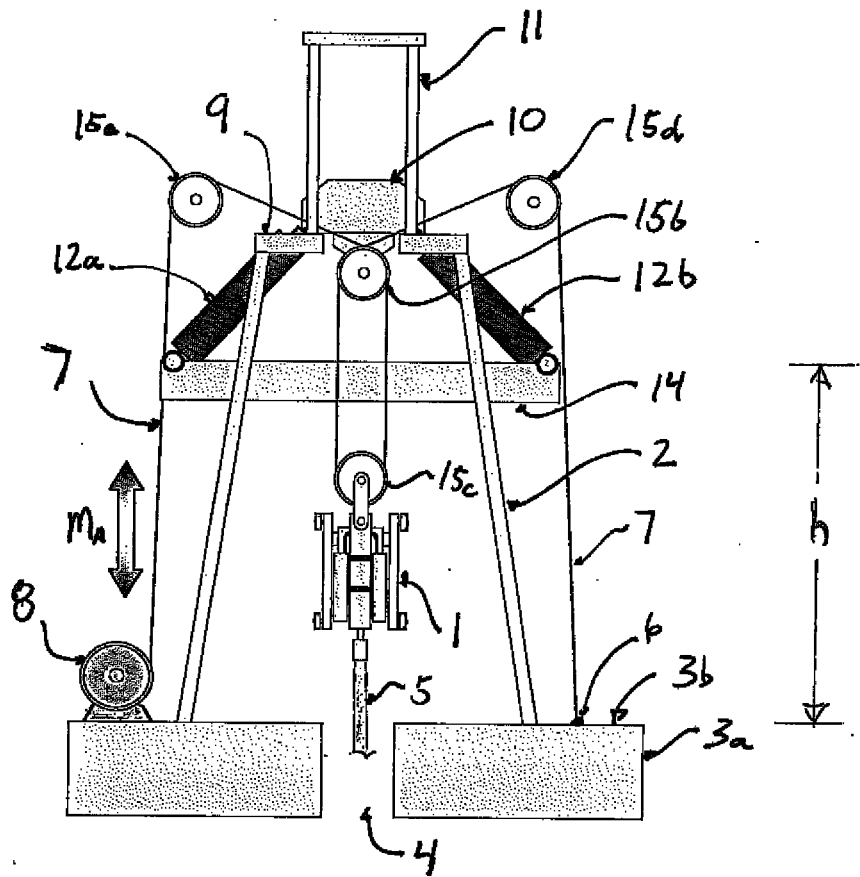


FIG. 1

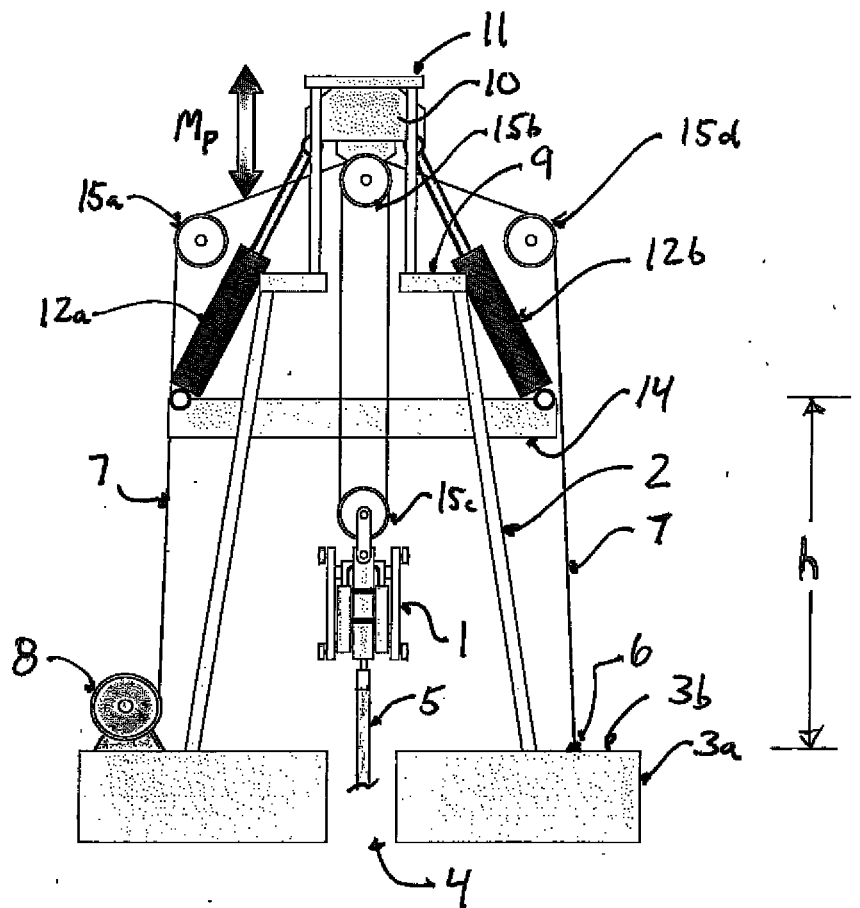


FIG. 2