



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **327576**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

G01N 15/14 (2006.01)

G01N 15/10 (2006.01)

G01N 15/02 (2006.01)

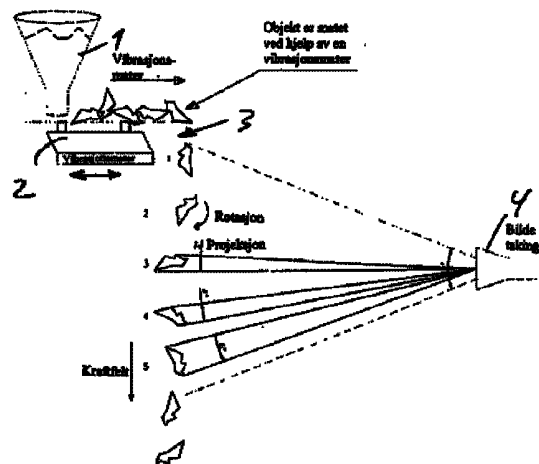
G01N 21/85 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20062520	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2006.06.01	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2006.06.01	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2007.12.03		
(45)	Meddelt	2009.08.17		
(73)	Innehaver	Ana Tec AS, Herøya Industripark B94, 3908 PORSGRUNN		
(72)	Oppfinner	Terje Jørgensen, Chr. Blomsgate 29, 3717 SKIEN		
		Frode Reinholt, Christian Michelsensgate Nord 18, 3715 SKIEN		
(74)	Fullmektig	André Berg, c/o Hydro Aluminium AS, Patent- og varemerkeavdelingen, 0240 OSLO		

(54)	Benevnelse	Framgangsmåte og apparat for analyse av objekter
(56)	Anførte publikasjoner	US 6960756 B1, JP 2001311691 A, EP 1464949 A2, WO 9714950 A1, US 5786894 A1
(57)	Sammendrag	

Fremgangsmåte og apparat for analyse av minst ett objekt, som består av minst ett middel for å ta bilder av nevnte minst ett objekt og midler for å danne en gjensidig relativ bevegelse mellom nevnte minst ett bildedannende middel og nevnte minst ett objekt, og dessuten innbefatter midler for å behandle og analysere bilder tatt av avbildingsmiddelet. Den gjensidig relative bevegelsen innebærer en gjensidig rotasjonsbevegelse mellom nevnte minst ett objekt og nevnte bildeoppfangende middel, slik at det dannes to eller flere bilder av nevnte objekt(er) i forskjellig vinkelposisjon i forhold til avbildingsmiddelet, for videre behandling og analyse i et datamaskinbasert bildeanalyseapparat.



Framgangsmåte og apparat for analyse av objekter

5

Den foreliggende oppfinnelsen dreier seg om en framgangsmåte og et apparat for analyse av objekter. Nærmere bestemt dreier oppfinnelsen seg om analyse av objekter som befinner seg i en produksjonsstrøm eller produktprøve, der man kan beregne og følge med på slike data som det individuelle objektets størrelse og form, og kollektive data som for eksempel størrelsesfordeling.

10

En realisering av et arrangement for strømmen av objekter, som kan være objekter i en produksjonsstrøm, er å danne et lag som stort sett utgjør et enkeltlag eller gardin, der objektene registreres av en bildebehandlingsenhet.

15

Fra EP 0348469 B1 er det kjent en framgangsmåte for automatisk partikkelanalyse og midler for å utføre denne, der man kan bestemme størrelsesfordelingen til partiklene og de nevnte partiklenes avvik fra en ønsket form og en ønsket farge. Prøver av de nevnte partiklene strømmer ut av en silo og ned på en vibrerende plate, slik at det dannes en strømmende gardin av objekter i et enkelt lag. Partiklene bringes til å falle over en kant på den nevnte platen. Gardinen belyses og det registreres bilder av det på minst ett sted. Bildene blir så analysert, spesielt med hensyn til partikkelstørrelsesfordelingen i strømmen og avviket fra ønsket form.

20

25

En mangel med denne typen analysemetode er at avbildingsutstyret registrerer formen og utstrekningen til en partikkel i bare to dimensjoner (2D) og egner seg derfor best for homogene objekter eller kuler. Ved analyse av uensartede objekter vil imidlertid den tredje dimensjonen til partikkelen (dimensjonen som står i rett vinkel på avbildingsplanet) til en viss grad være ukjent ved bruk av denne typen kjent utstyr.

30

Med den foreliggende oppfinnelsen er det nå mulig å avbilde og bearbeide objekter i det vesentlige i tre dimensjoner (3D) med én enhet for bilderegistrering. Dette oppnås ved hjelp av kontrollert framføring og rotering av objektene sammen med en algoritme som samler og kalkulerer bildene som den bilderegistrerende enheten registrerer av de individuelle objektene når de passerer gjennom målevolumet.

35

Disse og andre fordeler kan oppnås med oppfinnelsen som definert i de tilføyde patentkravene.

Nedenfor beskrives den foreliggende oppfinnelsen ved hjelp av eksempler og figurer, der:

5

Fig. 1 er en prinsippskisse av 3D-avbildingsapparatet i henhold til den foreliggende oppfinnelsen,

Fig. 2 viser virkelige bilder av fallende objekter, tatt av apparatet som er vist på fig. 1.

10

Fig. 3 viser prinsippet for hvordan posisjonsestimering kan utføres,

Fig. 4 viser fastsettelse av usikkerhetsradius ved posisjonsestimering.

15

3D-avbildingen kan utføres med et oppsett som vist på fig. 1.

Her helles prøven i en trakt 1. Prøven blir så fylt på vibratorplaten 2 og faller ut over kanten 3 til denne platen. Rotasjonen skyldes en kombinasjon av tyngdekraften og den ensidige understøttelsen på framføringsplaten og dessuten bevegelsen av

20

vibrasjonsmateren (-frembringeren). Rotasjonen begynner når gjenstanden glir ned av framføringsplaten.

Objektene i prøven vil nå falle og rotere inn i målevolumet der avbildningssystemet 4 tar flere bilder av objekter i prøven. Hver av de individuelle objektene blir gjerne fotografert

25

mange ganger, som antydnet av tallene på venstre side, som identifiserer hvor mange forekomster som er registrert av en av de mange fallende objektene.

Det kan være mange objekter av forskjellig form og størrelse på hvert bilde.

30

Objektet(-ene) registreres med et hurtig avbildningssystem som har så høy bildefrekvens at det kan ta et antall bilder (2 eller flere bilder) av objektet(-ene) når det passerer gjennom målevolumet (eller kameradekningsarealet).

Rotasjonen til objektene kan oppstå på grunn av måten de bringes inn i målevolumet på.

35

En framgangsmåte for å bringe objektene inn i målevolumet er å bruke en vibratorframbringer, og når gjenstandene faller ned i enden av frambringeren, danner

tyngdekraften en rotasjon siden én del av objektet understøttes av frambringeren mens den andre delen av objektet påvirkes av tyngdefeltet. Dette vil danne en rotasjon.

Andre framgangsmåter for å sikre at det oppstår en rotasjon kan være å bruke en slags mekanisk eksitasjonsutstyr som virker på objektene når de forlater frambringeren. Dette kunne være for eksempel en vibrerende «streng» som plasseres ved utløpet av frambringeren.

Andre framgangsmåter for å bringe fram objektene og danne rotasjon kunne være å bruke et samlebånd, pneumatisk dyse, glidesystem, frambringertrommel m.m.

Objektet som er nummerert 1,2,3,4 er det samme objektet i de påfølgende bildene, se fig. 1. Dette gir forskjellige projeksjonsareal som antydnet på figuren fordi objektene roterer. Se også Fig. , som viser virkelige bilder. De samme objektene gjenkjennes og identifiseres i påfølgende bilder.

Gjenkjenningen av de individuelle objektene i de påfølgende bildene skjer ved hjelp av fysikkens lover.

Dette innebærer å bruke egenskapene til kraftfeltet som styrer bevegelsen til objektet(-ene) til å estimere neste posisjon og gjenkjenne samme objekt(er) flere ganger på påfølgende bilder.

Objektene kan også gjenkjennes hvis de har kjent hastighet, f.eks. på et samlebånd eller i en væskecelle eller liknende.

Andre måter å utføre gjenkjenningen på er å la avbildingssystemet følge objektene enten med lineær bevegelse eller roterende bevegelse.

For å estimere neste posisjon og bevegelsen inne i avbildingsarealet når objektene faller i et gravitasjonsfelt, kan måle hvor langt objektet har beveget seg fra frambringeren når den observeres i målevolumet og bruke dette til å estimere hvor lenge det har falt. Opplysningene som brukes til dette er avstanden fra frambringeren til toppen av bildet, bildehøyden og tiden mellom bildene. Med alle disse opplysningene er det mulig å estimere hvilken posisjon et objekt vil ha i det neste bildet ved å bruke posisjonen til objektet i det aktuelle bildet. Denne framgangsmåten brukes på hvert av de nye bildene og på alle objektene som observeres i hvert av de individuelle bildene slik at hver av de

individuelle objektene kan gjenkjennes flere ganger mens de beveger seg gjennom målevolumet.

Beregning av neste posisjon:

5

Distansen et objekt faller i løpet av en tid t er gitt av:

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

- 10 Avstanden fra vibratorframbringeren til toppen av bildet (h_i) er kjent, og det er også høyden av bildet (h_j) og antall piksler i bildet (p_m)
(For objekter med lav tetthet og liten diameter må det også brukes en formel som tar hensyn til luftmotstandskoeffisienten til gjenstanden for å beregne et bedre estimat med korrigert distanse/tid .)

15

Hvis et objekt observeres i en viss pikselposisjon (p_{x1}), kan man beregne hvor langt (p_i) objektet har falt:

$$p_i (p_{x1}) = h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}$$

20

Hvor lenge objektet har falt:

$$t_1 = \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}}$$

- 25 Det vi ønsker er å estimere hvilken posisjon dette objektet mest sannsynlig vil ha på det neste bildet som tas av kameraet ved tiden:

$$t_2 = t_1 + \Delta t$$

- 30 der Δt er tidsintervallet mellom de to bildene og lik $\frac{1}{FPS}$, der FPS er antall bilder tatt pr. sekund.

Den mest sannsynlige posisjonen (p_2) for objektet i det neste bildet som funksjon av pikselposisjonen (p_{x1}) i det aktuelle bildet (ved tiden t_2) kan uttrykkes ved :

5

$$p_2(p_{x1}) = \frac{1}{2} g \left(\frac{1}{f_{ps}} + \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}} \right)^2$$

og den mest sannsynlige pikselposisjonen (p_{x2}) kan beregnes ut fra p_2 :

$$p_{x2} = \frac{p_2 - h_t}{h_i} (p_m - 1)$$

5

→ Dette gir et uttrykk som estimerer neste posisjon (p_{x2}) som funksjon av forrige posisjon (p_{x1}):

$$p_{x2}(p_{x1}) = \frac{(p_m - 1) \left(\frac{1}{2} g \left(\frac{1}{f_{ps}} + \sqrt{2 \frac{h_t + \frac{h_i p_{x1}}{p_m - 1}}{g}} \right)^2 - h_t \right)}{h_i}$$

10 Eksempel :

$$h_t = 0.04$$

$$h_i = 0.35$$

$$g = 9.81$$

$$p_m = 1024$$

$$f_{ps} = 50$$

Første observasjon av objektet: $p_{x1} = 39$.

15 Med p_{x2} (39) gir funksjonen det neste estimatet 105, og med 105 som p_{x1} , altså p_{x2} (105), fås 182 som neste estimat, o.s.v.

1	39
2	105
3	182
4	271
5	371
6	483
7	606
8	741
9	887
10	1044

20 Tabellen ovenfor viser at vi kan observere objektet (partikkelen) 9 ganger med dette oppsettet (bildehøyde, FPS. m.m...) siden den faller utenfor bildearealet på det 10. estimatet ($1044 > 1024$).

25

Algoritme for analyse av objekter i 3D

Et kamera/bildefryser (framegrabber) tar todimensjonale bilder av den strømmende/fallende enkeltlagsgardin av objekter. For hvert av bildene identifiseres og måles alle objektene som finnes i bildet. Dette gjøres ved å skanne bildet inntil et objekt er funnet. Omrisset til objektet følges og det gjøres målinger for dette individuelle objektet.

- 5 Deretter fortsetter letingen inntil hvert av objektene i bildet er identifisert og målt. Dette gir en liste som inneholder en post for hvert objekt i det tilsvarende bildet, og som beskriver de individuelle objektene i detalj.

$$P_{b,n} = \{A \quad D_A \quad L, X_{f-\max} \dots\}$$

10

Der indeksen b er bildenummeret og n er objektsnummeret.

A, D_A , L... er areal, diameter basert på areal, maksimumslengde o.s.v...

15 **Definisjoner:**

	$\Delta\tau$	Tidsrom mellom bildene, d.v.s. mellom t_1 og t_2
	A	Målt areal for objektet
	D_A	Diameter basert på arealet
20	$X_{f-\max}$	Ferret diameter
	(b_2)	Bilde nr. b2
	(b_1)	Bilde nr. b1, forrige bilde
	$X(t_1)$	Senterpunkt, posisjonen der objektet observeres på tidspunktet t_1 i bildet b_1
	$X(t_2)$	Senterpunkt, posisjonen til et objekt som har beveget seg i $t_2 = \Delta\tau + t_1$ og
25		observeres på bildet b_2
	L	Gjenstandens største lengde

- Neste trinn er å identifisere objekter som observeres på bildet (b_2) der det samme objektet ble observert på forrige bilde (b_1) og gi de to forekomstene av det samme objektet det samme objektsnummeret.
- 30

- Dette gjøres ved å anvende de fysiske lovene som gjelder for bevegelsen til et objekt i et konservativt kraftfelt, for eksempel et tyngdefelt. Dermed estimeres posisjonen som et objekt i det forrige bildet (b_1) ville oppnå i bildet (b_2) etter at det har beveget seg i kraftfeltet i et tidsrom $\Delta\tau$, tiden mellom to påfølgende bilder. Fig. 3 viser prinsippet for
- 35

hvordan posisjonsestimering kan utføres, mens Fig. 4 viser fastsettelse av usikkerhetsradius ved posisjonsestimering.

Posisjonsestimatet for hvert objekt i (b_1) som faller i $\Delta\tau$ sekunder blir så sammenliknet
 5 med den faktiske posisjonen i til objektene i (b_2) . Hvis senterpunktet til dette estimatet
 ligger innenfor en viss usikkerhetsradius i bildeplanet, er det funnet et samsvar for den
 faktiske posisjonen i (b_2) .

Hvis det finnes et samsvar for objektet i (b_2) , er det godtatt at objektet er en annen
 10 avbildning av objektet i (b_1) hvis arealet til objektet er innenfor en viss størrelsestoleranse.
 I så fall tilordnes objektet i (b_2) det samme nummeret som objektet i (b_1) .

Hvis det er mer enn ett samsvarende objekt (mer enn ett objekt med senterpunkt innenfor
 usikkerhetsradien, se Figur 4), velges objektet som ligger nærmest objektet fra (b_1) i
 15 størrelse og får samme nummer som det tilsvarende objekt i (b_1) .

Hvis man ikke finner noen objekter som ligger innenfor (usikkerhets-)toleransen, vil den bli
 tilordnet det neste tilgjengelige objektsnummeret i sekvensen, med mindre posisjonen til
 objektet i (b_2) er større enn $p_{x2}(\theta) + \frac{D_A}{2}$. I så fall blir objektet forkastet.

20 Dette blir gjentatt for alle objekter i bildet (b_2) , inntil alle er tilordnet nummer eller forkastet.

Den samme prosessen vil bli gjentatt rekursivt for de neste bildene (i forsøk på å finne de
 samme objektene i det forrige bildet), inntil hele prøven har gått gjennom
 25 analyseapparatet. For en typisk prøve tas det 10000 bilder.

Og det kan til vanlig være 1000 til 1000000 objekter i prøven og 10 til 1000 objekter i hvert
 bilde.

Etter at hele/deler av prøven er analysert, har man en liste av objektsopplysninger for videre behandling. Et eksempel på resultatene som produseres, finnes i Tabell 1:

5

Bildenr	Objekt nr	A	Da	Xf-min	Xf-maks	
1	1	1	1,13	0,49	1,43	
2	1	1,1	1,18	0,32	1,31	
3	1	1,2	1,24	0,28	1,85	
4	1	0,9	1,07	0,28	1,61	
1	2	2	1,60	0,42	3,15	
2	2	2,1	1,64	0,44	2,80	
3	2	3	1,95	1,78	2,33	
4	2	1,8	1,51	0,58	2,27	
2	3	5	2,52	0,63	2,95	
3	3	4	2,26	0,64	2,93	
4	3	3,3	2,05	1,10	4,05	
2	4	8	3,19	0,69	5,92	
3	4	6	2,76	0,57	4,26	
4	4	5	2,52	1,89	3,97	
5	4	5,5	2,65	1,09	4,97	

Tabell 1, presentasjon av forekomstene av hvert objekt

- 10 Ved å behandle opplysningene i tabell 1, kan det finnes et bedre estimat for hvert objekt enn med 2D-avbildning og analyse, siden det finnes flere målinger for hvert objekt.

Eksempel: For objekt nr. 1 kan Xf-maks estimeres til 1,85, Xf-min til 0,28, mens arealet kan estimeres ved å ta gjennomsnittet av alle de målte arealene o.s.v.

Arealet $\hat{A}$ kan også estimeres ved hjelp av alle tilgjengelige opplysninger om objektet:

- 15 $\hat{A} = f(A, D_A, X_{f-\min}, X_{f-\max}, \dots)$ der funksjonen f kan finnes ved hjelp av forskjellige optimaliseringsmetoder for å gjøre estimatet bedre. ($\hat{A}$ betyr estimert areal.)

Det kan også finnes sammensatte verdier som L/T-forhold (lengde/tykkelse). I vårt eksempel er $L/T = 1,85/0,28 = 6,66$.

- 20 Her har vi brukt de 4 individuelle målingene av objektet til å finne største lengde og minste bredde for objekt nr. 1. Ved å bruke disse tallene får vi et bedre estimat av L/T-forholdet enn med tradisjonelle framgangsmåter med bare en eneste måling av objektet.

Kjente framgangsmåter ville gitt ett av resultatene i settet [2,92, 4,12, 6,54, 5,77,...] avhengig av hvilken av de 4 målingene av objektet som ble brukt.

Bildenr	Objektn r	A	Da	Xf-min	Xf-maks	L/T
1	1	1	1,13	0,49	1,43	2,92
2	1	1,1	1,18	0,32	1,31	4,09
3	1	1,2	1,24	0,28	1,85	6,61
4	1	0,9	1,07	0,28	1,61	5,75
Middelv.						4,84
std.-avvik						1,65

Tabell 2, L/T-forhold basert på klassisk framgangsmåte

5

Ved å behandle alle forekomster av alle objektene på en slik måte, kan det oppnås en enkelt representasjon for hvert objekt med høyere presisjon enn med kjente framgangsmåter.

10

Presentasjonen av det enkelte objekt kan se slik ut (Tabell 3):

Objekt nr	A MIDD	Da	Xf- min	Xf- maks	L/T	
1	1,05	1,16	0,28	1,85	6,61	
2	2,23	1,68	0,42	3,15	7,50	
3	4,10	2,28	0,63	4,05	6,43	
4	6,13	2,79	0,57	5,92	10,39	

Tabell 3, behandlede opplysninger om objektene

15

Denne representasjonen av objektene (Tabell 3) kan brukes som inndata i tilgjengelige system som er vanlige å bruke til å representere og analysere størrelsesfordelingen til objektene og de formmessige egenskapene deres.

Den nye framgangsmåten kan også brukes til å danne et bedre estimat av egenskapene til objektene enn den kjente teknikken der det bare ble brukt ett bilde av hvert objekt (eller flere bilder av det samme objekt som ikke ble identifisert som samme objekt). Flere bilder av hvert objekt kan så brukes til å estimere forskjellige størrelses- og formegenskaper for hver av de individuelle gjenstandene. For eksempel største lengde, minste bredde, gjennomsnittlig volum og mer komplekse størrelses- og formegenskaper.

25

Denne nye oppfinnelsen vil gi store fordeler i teknikken for dynamisk avbildning av objekter.

Et eksempel på et bedre estimat er måling av største lengde. Hvis man måler største lengde for hver forekomst av et individuelt objekt, gir maksimumsverdien av disse lengdene et bedre estimat av største lengden til det virkelige objektet enn største lengde for en tilfeldig forekomst av et bestemt objekt.

5

Mer komplekse egenskaper kan være lengde/tykkelse-forholdet, der lengden er karakterisert som den største lengden til et individuelt objekt og tykkelsen ved den minste bredden til det samme objekt, men ikke nødvendigvis den samme forekomsten av det nevnte objekt.

10

Basert på de forbedrede estimatene for hvert av de individuelle objektene, kan det lages et mer nøyaktig resultat for hele prøven.

15

Det skal forstås at i stedet for å danne en rotasjon av gjenstandene, kan avbildingsmiddelet arrangeres slik at det selv utfører en rotasjon rundt objektene. Objektene kan være stasjonære og ligge på et gjennomsiktig lag eller liknende, eller de kan bevege seg i tyngdefeltet eller på et samlebånd eller liknende mens avbildingsmiddelet utfører en sirkel- eller spiralbevegelse i forhold til de nevnte objektene.

20

Eksemplene som beskrives ovenfor dreier seg om partikler, men det må være klart at prinsippene i henhold til den foreliggende oppfinnelsen kan brukes på alle slags objekter. For eksempel ved klassifisering av matprodukter som poteter eller liknende, eller til og med fisk.

25

Patentkrav

1. Framgangsmåte for å analysere minst ett objekt, som innbefatter minst ett middel for å ta bilder av nevnte minst ett objekt og også middel for å danne en gjensidig relativ bevegelse mellom det nevnte avbildingsmiddelet og nevnte minst ett objekt,

5 karakterisert ved at

den gjensidig relative bevegelsen involverer en gjensidig rotasjonsbevegelse mellom nevnte minst ett objekt og nevnte avbildingsmiddel, slik at det dannes to

10 eller flere bilder av nevnte objekt(er) i forskjellig vinkelposisjon for videre behandling og analyse av nevnte objekt(er) i et datamaskinbasert bildeanalyseapparat.
2. Framgangsmåte i henhold til krav 1,

15 karakterisert ved at

objektet(ene) bringes til å bevege seg i et plan som stort sett står vinkelrett på synsaksen til avbildingsmiddelet, der det første bildet (b_1) av objektet tas ved tiden t_1 og det neste bildet (b_2) tas ved tiden $t_2 = t_1 + \Delta t$.
3. Framgangsmåte i henhold til krav 2,

20 karakterisert ved at

senterpunktet for objektet X (t_1) defineres først på basis av det første bildet b_1 , så beregnes et estimat for posisjonen til senterpunktet for objektet X (t_2) i bildet b_2 , deretter beregnes det et toleranseareal med sentrum i X (t_2), og hvis et objekt i b_2

25 har sentrum innenfor det nevnte toleransearealet er det funnet en overensstemmelse.
4. Framgangsmåte i henhold til krav 3,

30 karakterisert ved at

objektet godtas som en annen representasjon av det tilsvarende objekt i det første bildet (b_1) hvis den har areal innenfor en viss størrelsetoleranse.
5. Framgangsmåte i henhold til krav 4,

35 karakterisert ved at

hvis det ikke blir funnet noen objekter som ligger innenfor (usikkerhets)-toleransen, vil den bli tilordnet det neste tilgjengelige objektsnummeret i sekvensen, såframt

ikke posisjonen til gjenstanden i (b2) er over $p_{x2}(0) + \frac{D_A}{2}$; i så fall blir objektet forkastet.

- 5 6. Apparat for analyse av minst ett objekt, som består av minst ett middel for å ta bilder av nevnte minst ett objekt, slik at det danner en representasjon av et målevolum, og midler for å danne en gjensidig relativ bevegelse mellom nevnte minst ett billedannende middel og nevnte minst ett objekt, og dessuten innbefatter midler for å behandle og analysere bilder tatt i målevolumet som avbildingsmiddelet danner en representasjon av,
10 karakterisert ved at
den gjensidig relative bevegelsen involverer en gjensidig rotasjonsbevegelse mellom nevnte minst ett objekt og nevnte avbildingsmiddel, slik at det dannes to eller flere bilder av nevnte objekt(er) i forskjellig vinkelposisjon i forhold til avbildingsmiddelet, for videre behandling og analyse i et datamaskinbasert bildeanalyseapparat.
15
7. Apparat i henhold til krav 6,
karakterisert ved at
apparatet innbefatter en bildebehandlingsenhet som identifiserer objekt(er) i ett bilde i forhold til samme objekt(er) i et tidligere bilde.
20
8. Apparat i henhold til krav 7,
karakterisert ved at
bildebehandlingsenheten innbefatter en datamaskinbasert algoritme for å gjenkjenne og verifisere objektene.
25
9. Apparat i henhold til krav 7,
karakterisert ved at
avbildingsmiddelet er et megapikselkamera.
30
10. Apparat i henhold til krav 6-9, der objektet(-ene) bringes til å falle i tyngdefeltet,
karakterisert ved at
objekt(-ene) som skal analyseres gis en rotasjon med mekaniske midler.
35

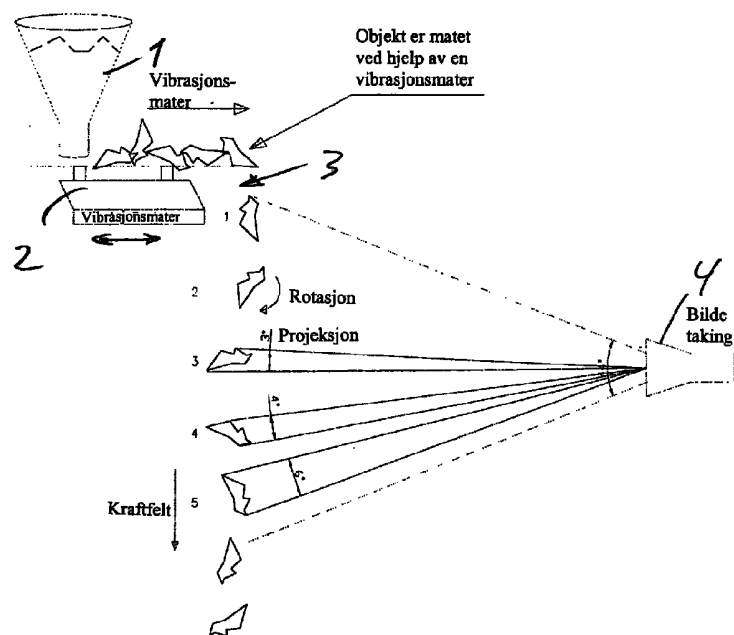


Fig. 1

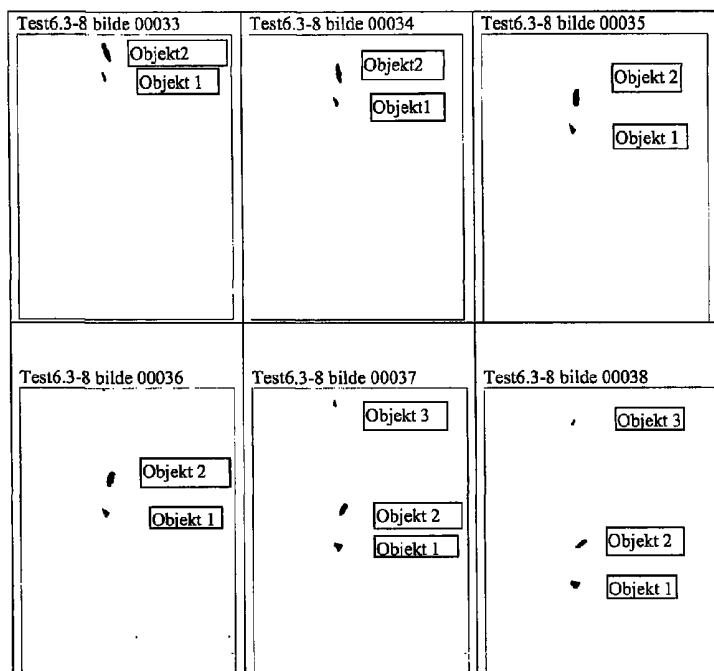


Fig. 2

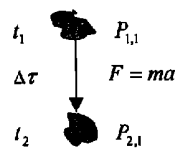


Fig. 3

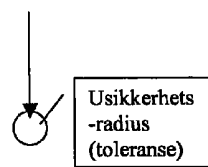


Fig. 4