



C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 10 03 1993

(51) Kv.1k.5 - Int.c1.5

G 01B 11/00

SUOMI-FINLAND

(FI)

**Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	911201
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	12.03.91
(24) Alkuperäpäivä - Löpdag	12.03.91
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	13.09.92
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.11.92

(71) Hakija - Sökande

1. Oy Mapvision Ltd., PL 8, 02941 Espoo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. **Väittäinen, Seppo**, Kuunkierros 3 A 3, 02210 Espoo, (FI)
2. **Leikas, Esa**, Linnustajantie 15 C 13, 02940 Espoo, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: **Papula Rein Lahtela Oy**

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

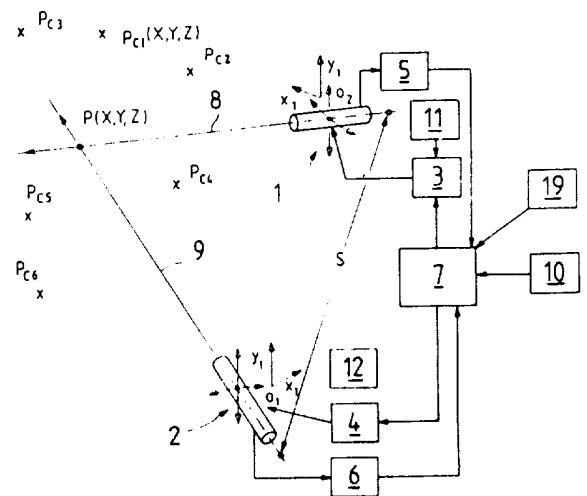
Menetelmä pisteen määrittämiseksi kohdetilassa ja osoitin menetelmän toteuttamiseksi
Förfarande för bestämning av en punkt i ett målutrymme och mätninginstrument för
förfarandets genomförande

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE A 3236470 (G 01C 11/00), US A 4383373 (G 01C 15/00)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja sitä soveltava laserosoitin pisteen määrittämiseksi kohdetilassa. Kahden laserosoitimen säteilylähteen (1, 2) säteilykeilat (8, 9) suunnataan pisteeseen (P) ja pisteen paikka määritetään säteilylähteiden paikka- ja suuntatietojen perusteella. Keksinnön mukaisesti säteilylähteet järjestetään kohdetilaan etäisyyden (s) päähän toisistaan. Kohdetila määritetään järjestämällä kohdetilaan joukko kalibrointipisteitä (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} , P_{c4} , P_{c5} ja P_{c6}). Säteilylähteiden säteilykeilat suunnataan kuhunkin kalibrointipisteeseen ja säteilykeilojen suuntakulmat talletetaan kunkin kalibrointipisteen osalta. Suuntakulmien ja kalibrointipisteiden parametrien avulla määritetään kolmiulotteisen kohdetila. Säteilykeilojen suuntakulmat haluttuun pisteeseen (P) lasketaan, jonka pisteen kolmiulotteiset koordinaatit tunnetaan, kalibroinnin avulla määrittelyssä kohdetilassa. Säteilylähteiden säteilykeilat suunnataan haluttuun pisteeseen laskeutujan suuntakulmien avulla.



Uppfinningen avser ett förfarande och en detta tillämpande laserindikator för bestämning av en punkt i ett målutrymme. Två laserindikatorers strålkällors (1, 2) strålkäglor (8, 9) riktas mot punkten (P) och punktens position bestäms på basen av strålkällornas positions- och riktningssdata. Enligt uppfinningen anordnas strålkällorna i målutrymmet på ett avstånd (s) från varandra. Målutrymmet definieras genom att i målutrymmet anordna en mängd kalibreringspunkter (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} , P_{c4} , P_{c5} och P_{c6}). Strålkällornas strålkäglor riktas mot var och en kalibreringspunkt och strålkäglornas riktningssvinklar lagras för var och en kalibreringspunkts del. Med hjälp av riktningssvinklarnas och kalibreringspunkternas parametrar definieras det tredimensionella målutrymmet. Strålkäglornas riktningssvinklar till en önskad punkt (P) beräknas, vilken punkts tredimensionella koordinater är kända, med hjälp av kalibreringen i det definierade målutrymmet. Strålkällornas strålkäglor riktas mot den önskade punkten med hjälp av de beräknade riktningssvinklarna.

MENETELMÄ PISTEEN MÄÄRITTÄMISEKSI KOHDETILOSSA JA OSOITIN MENETELMÄN TOTEUTTAMISEKSI

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1
5 johdanto-osassa määritelty menetelmä pisteen määrittämiseksi kohdetilassa.

Keksinnön kohteena on myös patenttivaatimuksen
3 johdanto-osassa määritelty osoitin, erityisesti laser-
osoitin.

10 Osoittimella, erityisesti laserosoittimella, tarkoitetaan laitetta, jonka avulla voidaan osoittaa haluttu piste, jonka koordinaatit tunnetaan, kohdetilassa ja vastaavasti etsiä tuntemattoman pisteen koordinaatit kohdetilassa.

15 Ennestään tunnetaan erilaisia teodoliittilaitteita, kuten laserteodoliitteja. Laserteodoliitissa kapea laserkeila kohdistetaan haluttuun kohdetilan konkreettiseen pisteeseen, josta laserkeila voi heijastua takaisin. Heijastuneen säteilyn perusteella pisteen
20 etäisyys voidaan mitata esim. valopulssin kulkuajan perusteella automaattisesti.

Epäkohtana teodoliiteilla on, että haluttua kohdetilan pistettä on etsittävä yrityksen ja erehdyksen kautta. Tämä on aikaavievää eikä välttämättä johda
25 tarkkaan tulokseen.

Keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainittu ongelma. Keksinnön tarkoituksena on erityisesti saada aikaan menetelmä ja laite, jolla voidaan osoittaa
30 suuressa tilavuudessa nopeasti ja automaattisesti pisteen paikka kolmiulotteisesti.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksessa 1.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä pisteen
35 määrittämiseksi kohdetilassa ainakin kahden säteilylähteen säteilykeilat suunnataan pisteeseen ja pisteen paikka määritetään säteilylähteen paikka- ja suuntatietojen perusteella. Keksinnön mukaisesti säteilylähteet

järjestetään kohdetilaan etäisyyden päähän toisistaan; kohdetila määritetään järjestämällä kohdetilaan joukko kalibrointipisteitä, joita on ainakin kuusi kappaletta ja joiden sijainti kolmiulotteisessa kohdetilassa tunnetaan; säteilylähteiden säteilykeilat suunnataan kuhunkin kalibrointipisteeseen ja säteilykeilojen suuntakulmat talletetaan kunkin kalibrointipisteen osalta ja suuntakulmien ja kalibrointipisteiden tunnettujen sijaintien avulla määritetään kolmiulotteinen kohdetila; säteilykeilojen suuntakulmat haluttuun pisteeseen lasketaan, jonka pisteen kolmiulotteiset koordinaatit tunnetaan, kalibroinnin avulla määritellyssä kohdetilassa; ja säteilylähteiden säteilykeilat suunnataan haluttuun pisteeseen laskettujen suuntakulmien avulla.

Menetelmän eräässä sovellutuksessa kohdetilaan järjestetään joukko ylimääräisiä kalibrointipisteitä, joita on yksi tai useampia säteilylähdeä kohden.

Kalibrointipisteet ovat kohdetilaan järjestettyjä pisteitä, jotka kalibroinnin jälkeen voidaan poistaa kohdetilasta. Ne ovat sopivasti merkittyjä ja sinänsä helposti määritettäviä kohtia kohdetilassa. Kaikkien kalibrointipisteiden absoluuttisia kolmiulotteisia koordinaatteja ei tarvitse välttämättä tuntea; useimmiten riittää, kun joukko kalibrointipisteiden keskimääräisiä etäisyyksiä tunnetaan ja vain yksi piste näistä on määritetty koordinaateiltaan.

Keksinnön mukaiselle osoittimelle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksessa 3.

Keksinnön mukaiseen osoittimeen, erityisesti laserosoittimeen, pisteen määrittämiseksi kohdetilassa kuuluu ainakin kaksi säteilylähdeä, erityisesti laseria, pienen avautumiskulman omaavan säteilykeilan aikaansaamiseksi ja säteilykeilan suuntakulman määrittämislaitteet kullekin säteilylähteelle. Keksinnön mukaisesti osoittimen säteilylähteet, erityisesti laserit, on asennettu etäisyyden päähän toisistaan; kumpaankin säteilylähteeseen kuuluu säteilykeilan suuntauslaitteet,

joiden avulla säteilykeilat saadaan suunnatuksi kohdetilassa; osoittimeen kuuluu tietojenkäsittelylaite, johon ennalta määrättyjen kalibrointipisteiden parametrit, kuten säteilykeiloiden suuntakulmat, on tallennettu, ja johon säteilylähteiden säteilykeiloiden suuntakulmat luetaan kulmanmäärityslaitteelta silloin, kun laserlaitteet on suunnattu kalibrointipisteeseen, ja silloin, kun laserlaitteet on suunnattu määritettävään pisteeseen, ja jossa kalibrointipisteiden ja näiden mitattujen kulma-arvojen avulla lasketaan määritettävän pisteen koordinaattien perusteella tälle pisteelle kummankin säteilylähteen säteilykeilan kulma-arvot ja näiden perusteella säteilylähteiden säteilykeilat suunnataan suuntauslaitteilla näihin pisteisiin.

15 Tietojenkäsittelylaitteeseen kuuluu välineet kalibrointipisteiden kolmiulotteisten koordinaattitietojen syöttämiseksi laitteen muistiin. Tiedot voidaan syöttää magneettisilta tietovälineiltä, linjasiirrolla tai sähkömagneettisen säteilyn avulla esim. radioteitse. 20 Tiedot voidaan syöttää myös näppäimistöllä tietojenkäsittelylaitteeseen.

Osoittimen eräässä sovelluksessa kunkin säteilykeilan suuntauslaitteeseen kuuluu toimilaite ja tämän avulla suunnattava peili. Säteilykeila suunnataan 25 tällöin peilin avulla kohdetilan pisteeseen.

Osoittimen eräässä sovelluksessa kuhunkin säteilykeilan suuntauslaitteeseen kuuluu toimilaite, jolla säteilylähdettä, edullisimmin laseria, suunnataan. Osoittimen eräässä sovelluksessa kunkin säteilykeilan 30 suuntauslaitteeseen kuuluu ohjain, jonka avulla säteilylähteen säteilykeilaa voidaan suunnata manuaalisesti.

Keksinnön etuna on, että menetelmää soveltavan osoittimen avulla pisteen paikka suuressa tilavuudessa voidaan osoittaa nopeasti ja automaattisesti. Tätä 35 keksinnön ominaisuutta voidaan hyödyntää hyvin monenlaisissa sovelluksissa, kuten rakennuksilla, erilaisissa asennuksissa, koneenrakennuksessa jne.

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskoh-
 taisesti viittaamalla oikeisiin piirustuksiin, joissa
 kuva 1 esittää kaaviomaisesti keksinnön mukaista laser-
 osoitinta;

- 5 kuva 2a esittää erästä käytännön toteutusta keksinnön
 mukaisesta laserosoittimesta;
 kuva 2b esittää tällaisessa lasersoittimessa käytettävää
 laserlaitetta osittain aukileikattuna; ja
 kuvat 3a, 3b ja 4 liittyvät laserosoittimen matemaat-
 10 tiseen mallintamiseen.

Kuva 1 esittää havainnollisesti ja yksinker-
 taisesti keksinnön mukaista laserosoitinta. Siihen
 kuuluu kaksi laseria 1, 2. Laserilla saadaan aikaan
 pienen avautumiskulman omaava säteilykeila. Kumpaakin
 15 laseria 1, 2 voidaan liikuttaa, tai ainakin suunnata
 laserin säteilykeilaa 8, 9 suuntauslaitteella 3, 4 kah-
 dessa toisiaan vasten kohtisuorassa tasossa X_1, Y_1 .
 Suuntakulmat näissä tasoissa voidaan mitata kulmanmääri-
 tyslaitteilla 5, 6. Laserit 1, 2 on asennettu etäisyyden
 20 s päähän toisistaan. Osoittimeen kuuluu edelleen tieto-
 jenkäsittelylaite 7, johon on yhdistetty molempien
 lasereiden 1, 2 suuntauslaitteet 3, 4 ja kulmanmääritys-
 laitteet 5, 6. Tietojenkäsittelylaitteeseen 7 on yhdis-
 tetty lisäksi näppäimistö 10 ja näyttö 19.

25 Laserit 1, 2 on asennettu riittävän etäisyyden
 s päähän toisistaan siten, että laserien 1, 2 säteily-
 keilat 8, 9 voivat leikata toisensa kohdetilassa.

Kun laserlaitteet on asennettu tukevasti pai-
 koilleen, suoritetaan laserosoittimen kalibrointi. Tämä
 30 tapahtuu siten, että kumpikin lasersäde 8, 9 suunnataan
 osoittamaan sellaista pistettä, jonka kolmiulotteiset
 koordinaatit tunnetaan. Näitä pisteitä kutsutaan kalib-
 rointipisteiksi. Kalibrointipisteitä P_0 tarvitaan tässä
 tapauksessa vähintään kuusi, $P_{01}, P_{02}, P_{03}, P_{04}, P_{05}$ ja
 35 P_{06} , mutta on suositeltavaa käyttää ylimääräisiä kalib-
 rointipisteitä aina viiteentoista pisteeseen asti.
 Ylimääräisten kalibrointipisteiden avulla eliminoidaan

mittauslaitteiden virheitä. Kalibrointi on kertaluonteinen toimenpide, jota ei tarvitse uusia niin kauan kuin laserit 1, 2 ovat paikoillaan eikä niitä siirretä. On kuitenkin huomattava, että lasereiden kiinteä ryhmä, joka on kiinnitetty alustaan tai runkoon siten, että keskinäiset etäisyydet pysyvät vakioina, voidaan kokonaisuutena kuitenkin siirtää, eikä kalibrointia tällöin tarvitse toistaa.

Kalibroinnin suorittamiseksi osoittimeen kuuluu kumpaakin laseria 1, 2 varten oma käsiohjain 11, 12. Näiden ohjaimien avulla lasereita 1, 2 voidaan suunnata siten, että laserien säteilykeilat 8, 9 saadaan suunnatuksi valittuihin kalibrointipisteisiin P_{01} , P_{02} , P_{03} , P_{04} , P_{05} ja P_{06} .

Kutakin edellä mainittua kalibrointipistettä kohti suoritetaan seuraavat operaatiot. Suunnataan kumpikin säteilykeila 8, 9 kalibrointipisteeseen P_{01} , ..., P_{06} käsiajolla käyttäen käsiohjaimia 11, 12. Kunkin kalibrointipisteen kohdalla laserien 1, 2 suuntakoordinaatit luetaan kulmanmäärityslaitteelta 5, 6 esim. antamalla komento tietojenkäsittelylaitteelle 7 näppäimistön 10 kautta.

Kun kaikki kalibrointipisteet on käyty läpi, käynnistetään tietojenkäsittelylaitteen 7 laskentaohjelma, joka kalibrointipisteiden ja vastaavien lasereiden 1, 2 mitattujen kulma-arvojen avulla laskee järjestelmälle parametriarvot. Laskenta perustuu sopivaan matemaattiseen malliin, jota selostetaan jäljempänä.

Laserosoitinta voidaan nyt käyttää esim. siten, että näppäimistöltä 10 syötetään halutun kohdetilan pisteen P koordinaatit X , Y , Z tietojenkäsittelylaitteelle 7, joka parametriarvojen avulla laskee sopivat suuntakulmat laserien 1, 2 säteilykeilloille 8, 9. Näiden laskettujen kulma-arvojen perusteella ohjataan kumpikin laser 1, 2 suuntauslaitteittensa 3, 4 avulla ja tarkkailemalla kulmanmäärityslaitteita 5, 6 oikeaan suuntakulmiinsa, jolloin säteilykeilat 8, 9 leikkaavat määritel-

lyssä halutussa pisteessä P. Säteilykeillojen leikkauspiste P voidaan hakea yksinkertaisimmillaan pienen levyn avulla. Kun levy on halutussa kohdassa, sen pinnalla näkyy ainoastaan yksi laserpiste. Levyn ollessa sivussa halutusta kohdasta näkyy kaksi laserpistettä, joiden keskinäinen etäisyys pienenee liikuttaessa levyä kohti oikeaa kohtaa.

Eräs keksinnön mukaisen laserosoittimen toteutus on esitetty havainnollisesti kuvassa 2a. Tietojenkäsittelylaite on mikrotietokone 7a ja näppäimistö sekä näyttö ovat mikrotietokoneen näppäimistö 10a ja näyttö 19a vastaavasti. Laserit 1, 2 on sovitettu laserlaitteisiin 13, 14. Mikrotietokone 7a on liitetty sovitustaitteisiin 15, 16, ja nämä edelleen laserlaitteisiin 13, 14. Sovituslaitteita 15, 16 on edullisesti yhtä monta kuin laserlaitteitakin. Sovituslaitteen 15, 16 avulla mikrotietokone 7a sovitetaan yhteen laserlaitteiden 13, 14 mittausantureiden ja toimilaitteiden kanssa. Käsi ohjaimet on toteutettu joystick-tyyppisinä vipuohjaimina 17, 18, jotka on yhdistetty sovitustaitteeseen 15, 16.

Laserlaite 13, 14 on esitetty kaaviomaisesti kuvassa 2b. Tähän kuuluu varsinainen laser 20, kuten HeNe-laser, teholahteineen. Tästä saatava laserkeila 21, jonka aallonpituus on näkyvällä spektrin osalla, kuten n. 6300 nm, osoitetaan peilijärjestelyyn 22 ja poikkeutetaan sen avulla haluttuun suuntaan. Peilijärjestelyyn 22 kuuluu ainakin yksi peili 23, toimilaitteet 24 ja kulmanmittausanturit 25. Peiliä 23 voidaan kääntää toimilaitteella 24 kahdessa kohtisuorassa tasossa ja vastaavasti kulmanmittausantureilla 25 mitata kääntökulmat. Laser 20 ja peilijärjestely 22 on sovitettu koteloon 26. Peilijärjestelyyn kuuluu vielä suojalasi 27, jonka läpi lähtevä säteilykeila 8, 9 ohjataan ulos laserlaitteesta.

Seuraavassa esitetään laserosoittimen eräs matemaattinen malli, joka sitoo yhteen kohdetilan pis-

teiden koordinaatit ja laserien 1, 2 säteilykeilojen suuntakulmat.

Laserosoittimen matemaattisessa mallissa oletetaan, että laserlaitteen eri suuntiin lähettämät säteilykeilat lähtevät samasta pisteestä, tai (riippuen säteilykeilan poikkeutuspeilijärjestelmän rakenteesta) säteilykeilojen jatkeet leikkaavat aina jossakin kuvitellussa pisteessä, jota nimitetään projektiokeskukseksi PO. Laserkeila lähtee suuntaan, jonka määräämiseksi tarvitaan kaksi tasokulma-arvoa α ja β (pallokoordinaatit). Kulmien määrittelyä katsotaan tässä, että kaikki säteilykeilat leikkaavat projektiokeskuksen edessä olevan (kuvitellun) tason 1. Tason 1 kohtisuoraa etäisyyttä projektiokeskuksesta merkitään vektorilla \underline{c} . Tämän tason 1 leikkaa toinen taso 2. Taso 2 on kohtisuorassa tasoa 1 vastaan ja siihen sisältyy projektiokeskus. Lisäksi määritellään taso 3, joka on kohtisuorassa sekä tasoa 1 että 2 vastaan ja sisältää sekin projektiokeskuksen PO (kuva 3a). Kun nyt lähtevä laserkeila projisoidaan tasoilta 2 ja 3, ovat kulmat α ja β projektiosuorien ja vektorin \underline{c} muodostamat kulmat.

Niiden pisteiden, joita laserosoittimella on tarkoitus paikoittaa (kohdepisteet), koordinaatit eivät kuitenkaan juuri milloinkaan ole pallokoordinaatteja, vaan suorakulmaisen XYZ-koordinaattijärjestelmän koordinaatteja. Määritelläksemme yhteyden kohdepisteiden koordinaattijärjestelmän ja laserosoittimen koordinaattijärjestelmän välille laserosoittimen pallokoordinaatit muutetaan suorakulmaisiksi. Tässä menetellään siten, että tasoon 1 kiinnitetään kaksiulotteinen xy-koordinaattisto, jonka akselit ovat yhdensuuntaiset niiden suorien kanssa, jotka muodostuvat tasojen 2 ja 3 leikatessa tasoa 1. Jos vektori \underline{c} leikkaa tason 1 pisteessä (x_0, y_0) ja laserkeila saman tason kohdassa (x, y) , saadaan kuvan 3b merkinnöin:

$$x - x_0 = c \tan \alpha \quad (1)$$

$$y - y_0 = c \sin \beta / \cos \alpha$$

Jos nollakulmia vastaava vektori ei ole yhdensuuntainen \underline{c} :n kanssa, on yllä olevassa yhtälöryhmässä (1) korvattava α ja β lausekkeilla $\alpha - \alpha_0$ ja $\beta - \beta_0$, jolloin kulmilla α_0 ja β_0 saavutetaan yhdensuuntaisuus vektorin \underline{c} kanssa.

Siirrytään nyt tarkastelemaan tilannetta, jossa laserin säteilykeila osuu avaruudessa olevaan pisteeseen P lähtien laserlaitteen projektiokeskuksesta P_0 (kuva 4). Merkinnät ovat seuraavat:

- 10 - projektiokeskuksesta P_0 tasolle 1 vedetty kohtisuora vektori on \underline{c} ,
- vektori \underline{c} leikkaa tason 1 pisteessä $p_0(x_0, y_0)$,
- laserkeila leikkaa tason 1 pisteessä $p(x, y)$,
- kohdepiste on P ja sen kolmiulotteiset kohdekoordinaatit ovat X, Y, Z,
- 15 - projektiokeskuksen P_0 koordinaatit kohdeavaruudessa ovat X_0, Y_0, Z_0 ,

Näiden kahden koordinaattijärjestelmän välillä vallitsee nyt yhteys

20

$$\begin{array}{rcl} x-x_0 & & X-X_0 \\ y-y_0 & = k \times R \times & Y-Y_0 \\ -c & & Z-Z_0 \end{array} \quad (2)$$

missä R on ortogonaalinen ns. kiertomatriisi

25

Jakamalla yhtälöryhmän (2) kaksi ylintä riviä alimmalla, saadaan

$$30 \quad x = -c \times \frac{r_{11}(X-X_0) + r_{12}(Y-Y_0) + r_{13}(Z-Z_0)}{r_{31}(X-X_0) + r_{32}(Y-Y_0) + r_{33}(Z-Z_0)} + x_0 \quad (3)$$

$$35 \quad y = -c \times \frac{r_{21}(X-X_0) + r_{22}(Y-Y_0) + r_{23}(Z-Z_0)}{r_{31}(X-X_0) + r_{32}(Y-Y_0) + r_{33}(Z-Z_0)} + y_0,$$

jossa r_{11}, r_{12}, \dots ovat kiertomatriisin R elementtejä. Saatu yhtälö on ns. sädekimppumallin perusyhtälö. Sädekimppumalli on yleisesti käytetty fotogrammetristen

ongelmien ratkaisussa, ja sitä on tarkemmin selvitetty esim. teoksessa Francis H. Moffitt - Edward M. Mikhael: Photogrammetry.

Edellä esitetty matemaattinen käsittely on
5 kuitenkin vain yksi mahdollisuus, joskin se on varsin
joustava ja sitä voidaan soveltaa monenlaisiin käytännön
tilanteisiin. Valittava matemaattinen malli riippuu
kuitenkin itse laserlaitteiden fysikaalisista ominai-
suuksista, joista tärkein ei ole esim. yllä esitetyssä
10 mallissa oletettu säteiden näennäinen tulo samasta
projektiopisteestä. Tärkein valittavan laserlaitteen
ominaisuus on koordinaattien toistettavuus siten, että
valituilla kulma-arvoilla tai muilla laitteen ohjaus-
suureilla osutaan aina samoihin kohdeavaruuden pistei-
15 siin.

Keksintöä ei rajata pelkästään edellä esitettyä
sovellutusesimerkkiä koskevaksi, vaan monet muunnokset
ovat mahdollisia pysyttäessä patenttivaatimusten määrit-
telemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä pisteen määrittämiseksi kohdeti-
 lassa, jossa menetelmässä ainakin kahden säteilylähteen
 5 (1, 2) säteilykeilat (8, 9) suunnataan pisteeseen (P)
 ja pisteen paikka määritetään säteilylähteiden paikka-
 ja suuntatietojen perusteella, t u n n e t t u siitä,
 että
- säteilylähteet (1, 2) järjestetään kohdetilaan etäi-
 10 syyden (s) päähän toisistaan;
 - kohdetila määritetään järjestämällä kohdetilaan joukko
 kalibrintipisteitä (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} , P_{c4} , P_{c5} ja P_{c6}), joita
 on ainakin kuusi kappaletta ja joiden sijainti kol-
 miulotteisessa kohdetilassa tunnetaan;
 - 15 -säteilylähteiden (1, 2) säteilykeilat (8, 9) suunna-
 taan kuhunkin kalibrintipisteeseen (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} , P_{c4} , P_{c5}
 ja P_{c6}) ja
 - säteilykeilojen suuntakulmat talletetaan kunkin ka-
 librintipisteen osalta ja
 - 20 - suuntakulmien ja kalibrintipisteiden koordinaattien
 avulla määritetään kolmiulotteisen kohdetila;
 - säteilykeilojen suuntakulmat haluttuun pisteeseen (P)
 lasketaan, jonka pisteen kolmiulotteiset koordinaatit
 tunnetaan, kalibroinnin avulla määrittelyssä kohdeti-
 25 lassa; ja
 - säteilylähteiden (1, 2) säteilykeilat (8, 9) suun-
 nataan haluttuun pisteeseen (P) laskettujen suuntakul-
 mien avulla.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
 30 t u n n e t t u siitä, että kohdetilaan järjestetään
 joukko ylimääräisiä kalibrintipisteitä, joita on yksi
 tai useampia säteilylähdettä kohden.

3. Osoitin, erityisesti laserosoitin, pisteen
 (P) määrittämiseksi kohdetilassa, johon osoittimeen
 35 kuuluu ainakin kaksi säteilylähdettä (1, 2), erityises-
 ti laseria, pienen avautumiskulman omaavan säteilykei-
 lan (8, 9) aikaansaamiseksi ja säteilykeilan suuntakul-

man määrittäislaitteet (5, 6) kullekin säteilylähteelle,
t u n n e t t u siitä, että

- osoittimen säteilylähteet, erityisesti laserit (1, 2), on asennettu etäisyyden (s) päähän toisistaan;
- 5 - kumpaankin säteilylähteeseen kuuluu säteilykeilan suuntauslaitteet (3, 4), joiden avulla säteilykeilat (8, 9) saadaan suunnattua kohdetilassa;
- osoittimeen kuuluu tietojenkäsittelylaite (7), johon ennaltamäärättyjen kalibrointipisteiden (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} ,
10 P_{c4} , P_{c5} ja P_{c6}) koordinaatit on tallennettu, ja johon säteilylähteiden säteilykeilojen suuntakulmat luetaan kulmanmäärittäislaitteilta (5, 6) silloin, kun laserlaitteet on suunnattu kalibrointipisteeseen (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} ,
15 P_{c4} , P_{c5} ja P_{c6}), ja silloin, kun laserlaitteet on suunnattu määritettävään pisteeseen (P), ja jossa kalibrointipisteiden ja näiden mitattujen kulma-arvojen avulla lasketaan määritettävän pisteen koordinaatien perusteella tälle pisteelle kummankin säteilylähteen säteilykeilan kulma-arvot ja näiden perusteella säteilylähteiden säteilykeilat suunnataan suuntauslaitteilla
20 näihin pisteisiin.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen osoitin,
t u n n e t t u siitä, että kuhunkin säteilykeilan suuntauslaitteeseen (3, 4) kuuluu toimilaite ja tämän
25 avulla suunnattava peili.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen osoitin,
t u n n e t t u siitä, että kuhunkin säteilykeilan suuntauslaitteeseen (3, 4) kuuluu toimilaite, jolla säteilylähdettä, edullisimmin laseria, suunnataan.

30 6. Patenttivaatimuksen 3, 4 tai 5 mukainen osoitin, t u n n e t t u siitä, että kuhunkin säteilykeilan suuntauslaitteeseen (3, 4) kuuluu ohjain (11, 12), jonka avulla säteilylähteen säteilykeilaa voidaan suunnata manuaalisesti.

PATENTKRAV

1. Förfarande för bestämning av en punkt i ett målutrymme, vid vilket förfarande åtminstone två strålkällors (1, 2) strålkäglor (8, 9) riktas mot en punkt (P) och punktens position bestäms med stöd av strålkällornas positions- och riktningsdata, k ä n n e t e c k n a t därav, att

5 - strålkällorna (1, 2) anordnas i målutrymmet på ett avstånd (s) från varandra;

10 - målutrymmet definieras genom att i målutrymmet anordna en mängd kalibreringspunkter (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} , P_{c4} , P_{c5} ja P_{c6}), av vilka det finns åtminstone sex stycken och vilkas lägen i det tredimensionella målutrymmet är

15 - strålkällornas (1, 2) strålkäglor (8, 9) riktas mot var och en av kalibreringspunkterna (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} , P_{c4} , P_{c5} och P_{c6}) och

20 - strålkällornas riktningsvinklar lagras för var och en kalibreringspunkts del och

- med hjälp av riktningsvinklarna och kalibreringspunkternas koordinater definieras det tredimensionella målutrymmet;

25 - strålkäglornas riktningsvinklar till den önskade punkten (P) beräknas, vilken punkts tredimensionella koordinater är kända, med hjälp av kalibreringen i det definierade målutrymmet; och

30 - strålkällornas (1, 2) strålkäglor (8, 9) riktas mot den önskade punkten (P) med hjälp av de beräknade riktningsvinklarna.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att i målutrymmet anordnas en mängd extra kalibreringspunkter, av vilka det finns en eller flera per strålkälla.

35 3. Indikator, speciellt en laserindikator, för bestämning av punkt (P) i målutrymmet, till vilken indikator hör åtminstone två strålkällor (1, 2), spe-

ciellt laser, för åstadkommande av en strålkägla (8, 9) med liten öppningsvinkel och bestämningsanordningar (5, 6) för strålkäglans riktningsvinkel för var och en strålkälla, k ä n n e t e c k n a d därav, att

- 5 - indikatorns strålkällor, speciellt laser (1, 2), är monterade på ett avstånd (s) från varaandra;
- till vardera strålkällan hör riktningsanordningar (3, 4) för laserkägla, med vilkas hjälp strålkägglorna (8, 9) kan riktas i målutrymmet;
- 10 - till indikatorn hör en databehandlingsanordning (7), vari de på förhand definierade kalibreringspunkternas (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} , P_{c4} , P_{c5} och P_{c6}) koordinater har lagrats, och vari strålkällornas strålkägglors riktningsvinklar avläses från vinkelbestämningsanordningarna (5, 6) då,
- 15 när laseranordningarna är riktade mot kalibreringspunkten (P_{c1} , P_{c2} , P_{c3} , P_{c4} , P_{c5} och P_{c6}), och då när, laseranordningarna är riktade mot punkten (P), som skall bestämmas, och vari med hjälp av kalibreringspunkterna och deras uppmätta vinkelvärden beräknas på basen av
- 20 punktens, som skall bestämmas, koordinater vinkelvärden för vardera strålkällans strålkägla mot denna punkt och på grund härav riktas strålkällornas strålkägla med riktningsinställningsanordningarna mot dessa punkter.

25 4. Indikator enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att till var och en strålkäglans riktningsanordning (3, 4) hör en funktionsanordning och en med dennas hjälp riktbar spegel.

30 5. Indikator enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att till var och en strålkäglans riktningsanordning (3, 4) hör en funktionsanordning, med vilken strålkällan, fördelaktigast lasern, riktas.

35 6. Indikator enligt patentkrav 3, 4 eller 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att till var och en strålkällans riktningsanordning (3, 4) hör en manövreringsanordning (11, 12), med vars hjälp strålkällans strålkägla kan riktas manuellt.

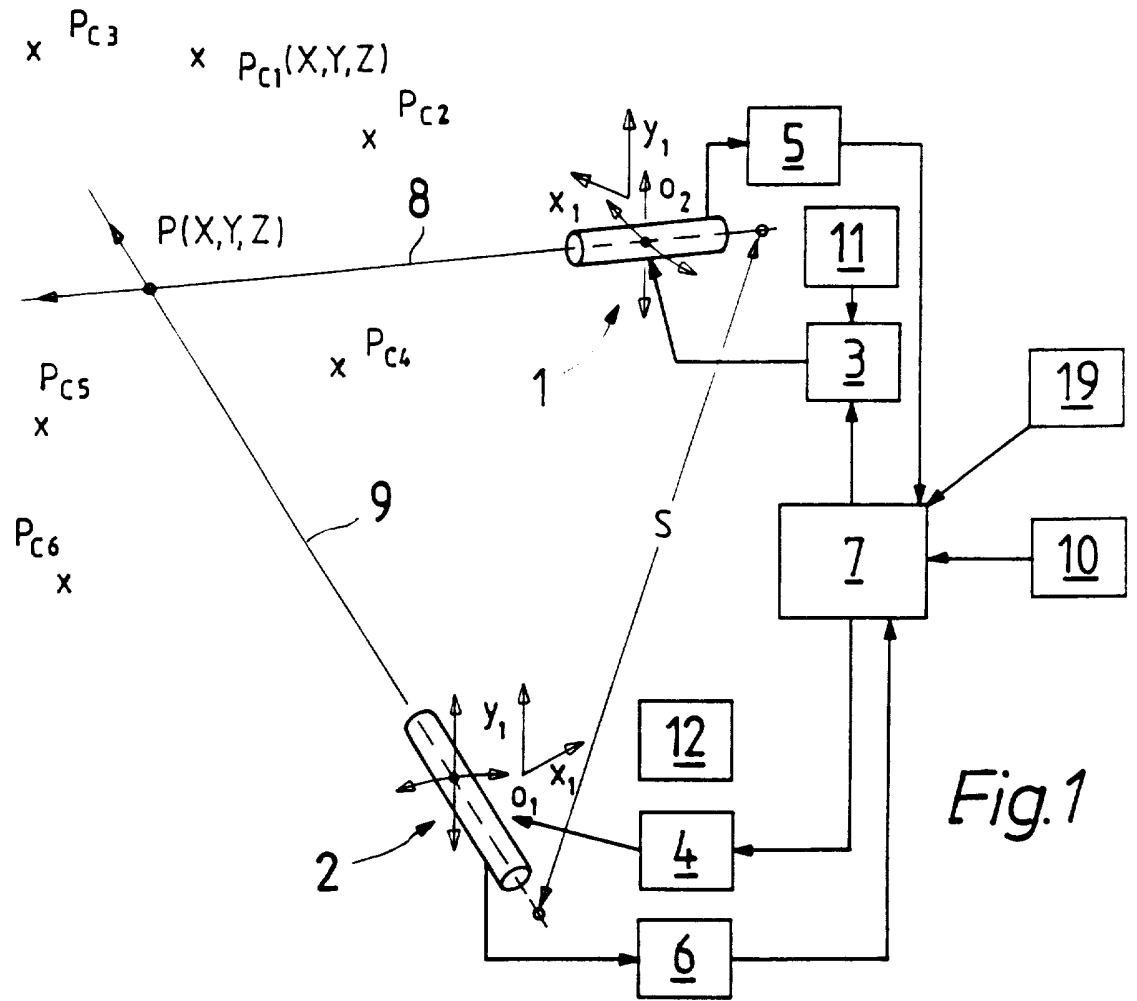


Fig. 1

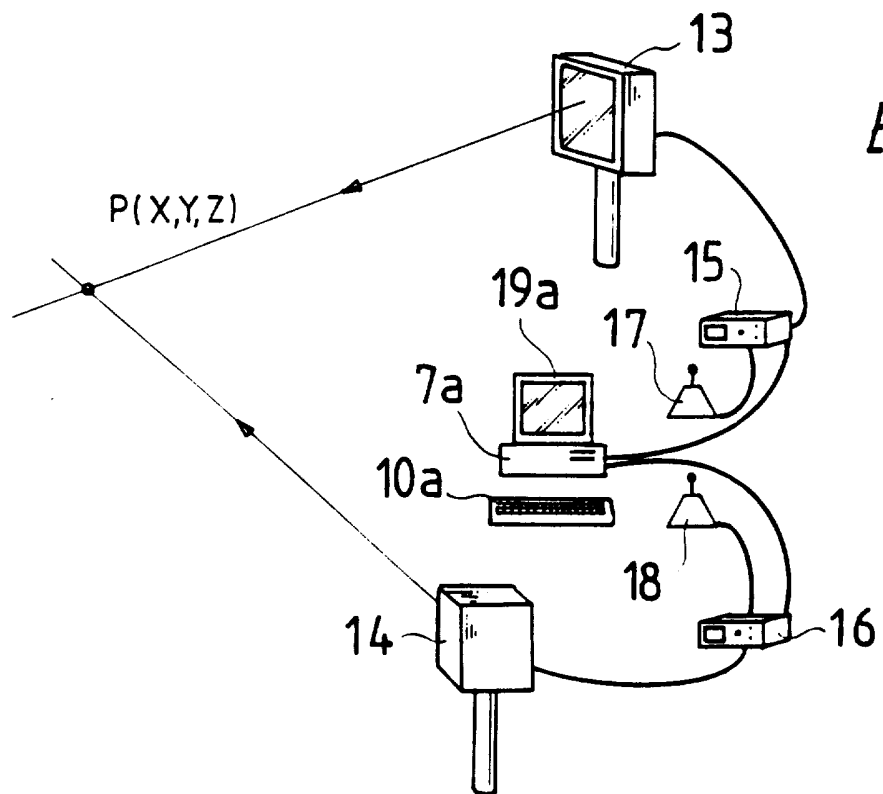


Fig. 2a

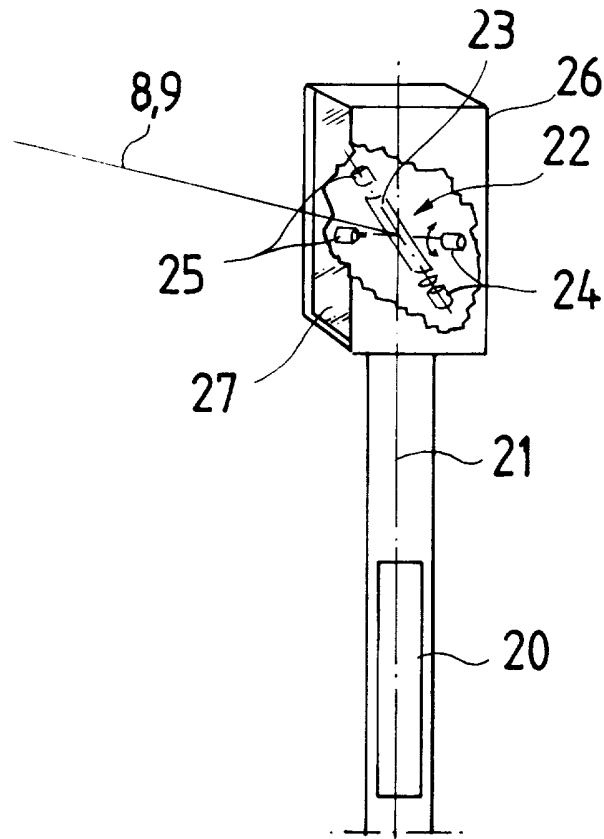


Fig. 2b

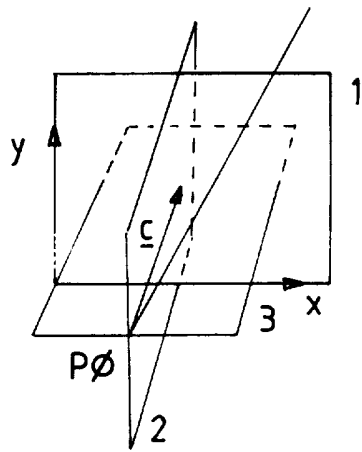


Fig. 3a

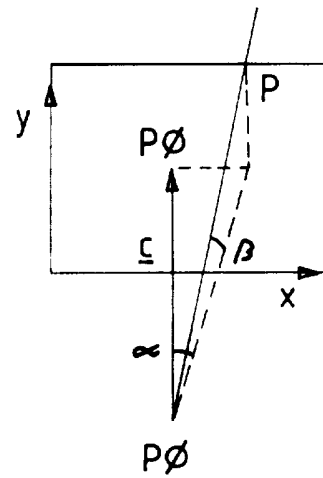


Fig. 3b

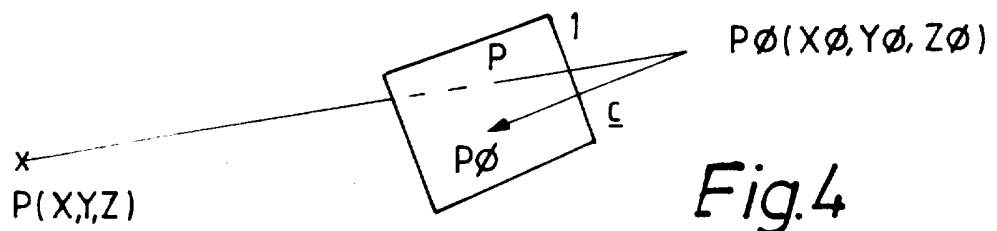


Fig. 4