



SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN



FI000119593B

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 119593 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.01.2009

(51) Kv.lk. - Int.kl.

B23K 26/02 (2006.01)

B23K 26/24 (2006.01)

B29C 65/16 (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

20060049

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag

19.01.2006

(24) Alkuperä - Löpdag

19.01.2006

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

20.07.2007

(73) Haltija - Innehavare

1 • Savcor Alfa Oy, Insinöörinkatu 7, 50100 Mikkeli, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 • Jansson, Anssi, c/o VTT, Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Papula Oy, Mechelininkatu 1 a, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Laserhitsausmenetelmä

Förfarande för lasersvetsning

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE 10234011 A1, US 5887122 A, US 2005167042 A1, US 2006097430 A1, US 6444946 B1, US 6534740 B1, WO 2005/101487 A1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä kappaleiden nopeaksi, joustavaksi ja laadukkaaksi laserhitsaamiseksi. Keksinnön mukaisesti menetelmässä ohjataan lasersädettä skanneripeilien kautta hitsattavaan kohteeseen, ohjataan ja säädetään skanneripeilien liikettä, järjestetään lasersäteen liikuttelunopeudeksi yli 10 m/s ja liikutetaan lasersädettä ennalta määrättyä hitsausrataa pitkin useita kertoja.

Uppfinningen avser ett förfarande för lasersvetsande av objekt snabbt, flexibelt och högklassigt. I enlighet med uppfinningen styrs i förfarandet en laserstråle via skannerspeglar till objektet som skall svetsas, skannerspeglarnas rörelse styrs och regleras, hastigheten med vilken laserstrålen flyttas anordnas att vara över 10 m/s och laserstrålen flyttas flera gånger längs en i förväg bestämd svetsningsbana.

LASERHITSAUSMENETELMÄ

KEKSINNÖN ALA

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1
5 johdanto-osassa määritelty menetelmä kappaleiden laserhitsaamiseksi joustavasti, nopeasti ja laadukkaasti.

KEKSINNÖN TAUSTA

10 Entuudestaan tunnetaan erilaisia laserhitausmenetelmiä. Edelleen entuudestaan tunnetaan erilaisia muovien laserhitsaussovelluksia. Ongelmana tunnetuissa muovien laserhitsaussovelluksissa on, että
15 joittanut menetelmien hitaus esim. massatuotantosovelluksissa ja laserlaitteistojen korkea hinta.

Nykyään esim. matkapuhelinten komponentit liitetään toisiinsa pääasiassa ultraäänihitsaamalla. Menetelmällä saavutetaan alle 0,5 sekunnin hitsausai-
20 koja matkapuhelinten erikokoisille komponenteille. Nykyisillä laserhitsausmenetelmillä saavutetaan vastavia hitsausnopeuksia vain pienempien osien, kuten kameranlinssien, kohdalla. Esimerkiksi puhelinten näyttöikkunoiden kohdalla hitsausajat voivat olla jopa 2 -
25 5 sekunnin luokkaa, mikä on liian paljon massatuotantosovelluksissa.

Ultraäänihitsauksen ongelmana on hitsausauman vaihteleva laatu. Edelleen ultraäänihitsaus on hyvin monimutkainen menetelmä, ja vaihto hitsattavasta
30 tuotteesta toiseen vaatii suuria mekaanisia järjestelyjä tuotantolinjalla. Lisäksi ongelmana on erilaiset rajoitteet tietyn tyyppisten hitsaussaumojen aikaansaamisessa.

Laserhitsausmenetelmänä muovien hitsauksessa
35 voidaan käyttää joko jatkuvaa liitoshitsausta tai skannaavaa hitsausta. Liitoshitsauksessa lasersädettä

liikutetaan kerran hitsattavan liitoksen yli, kuten perinteisessä hitsauksessa. Skannaavassa hitsauksessa lasersädetä liikutetaan eli skannataan useita kertoja liitoksen ympäri, jolloin hitsausauma kuumenee joka
 5 kierroksen jälkeen lisää, kunnes koko hitsisauma sulaa lähes samanaikaisesti. Liitoshitsauksen hitsausnopeus on tyypillisesti alle 10 m/min, tavanomaisesti 1 - 3 m/min. Skannaavan hitsauksen hitsausnopeus on tyypillisesti 0,5 - 5 m/s. Etuna skannaavassa hitsauksessa
 10 on hitsauskohdissa esiintyvien ilmarakojen täyttyminen paremmin kuin liitoshitsauksen yhteydessä. Skannaavalla hitsauksella voidaan hitsata jopa 3 - 5 kertaa suurempia ilmarakoja kuin liitoshitsauksella.

Tunnettuja skannereita käytetään yleisesti
 15 lasermerkkaukseen, jossa lasersäteen liikuttelunopeudet ovat muutamia satoja mm/s johtuen merkkauksen vaatimasta tarkkuudesta, yleensä alle 20 µm. Tyypillisesti muovien hitsaus liitostarkoituksessa ei vaadi niin suurta tarkkuutta lasersäteen liikuttelussa, jolloin
 20 halutaan käyttää suurempia nopeuksia. Kuitenkin tunnetuissa laitteissa lasersäteen maksimiliikuttelunopeus on yleensä välillä 5 - alle 10 m/s, joka on tyypillisesti maksiminopeus kaikilla polttoväleillä.

Tunnetuissa skannaavissa laserhitsaussovelluksissa vaaditaan noin 20 - 50 skannauskierrosta, jos
 25 halutaan poistaa tai vähentää merkittävästi hitsattavien kappaleiden mittavirheitä ja jos halutaan riittävän luja liitos, etenkin suurempikokoisilla kappaleilla. Tunnetuilla hitsausnopeuksilla tämä on liian hidasta. Tämän takia teollisuudessa ei ole suosittu laserhitsaussovelluksia.
 30

Lisäksi tunnettujen ei-laserhitsausmenetelmien haittapuolena on niiden joustavuuden puute, esim. hitsattavaa kappaletta tai sen
 35 kokoa vaihdettaessa.

KEKSINNÖN TARKOITUS

Keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä mainitut epäkohdat.

5 Edelleen keksinnön tarkoituksena on tuoda esiin parannettu menetelmä kappaleiden laserhitsaamiseksi joustavasti, nopeasti ja laadukkaasti. Erityisesti keksinnön tarkoituksena on tuoda esiin menetelmä suurten hitsausalueiden hitsaamiseksi ja hitsausaikojen lyhentämiseksi.

10

KEKSINNÖN YHTEENVETO

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksissa.

15 Keksintö perustuu menetelmään muovikappaleiden nopeaksi, joustavaksi ja laadukkaaksi laserhitsaamiseksi, jossa ohjataan lasersädettä skanneripeilien kautta hitsattavaan kohteeseen. Keksinnön mukaisesti menetelmässä ohjataan ja säädetään skanneripeilien liikettä ja nostetaan lasersäteen liikuttelunopeutta kasvattamalla polttoväliä, käytetään polttoväliä yli 200 mm, järjestetään lasersäteen liikuttelunopeudeksi yli 10 m/s ja liikutetaan lasersädettä ennalta määrättyä hitsausrataa pitkin useita kertoja.

20

25 Laserhitsaamisella tarkoitetaan tässä yhteydessä mitä tahansa laserhitsaamista.

Keksintö perustuu nimenomaan laserhitsausmenetelmään, jossa hitsausnopeus on erittäin suuri, jolloin päästään lyhyisiin hitsausaikoihin erilaisilla ja erikokoisilla hitsattavilla kappaleilla.

30

Keksinnön mukaisessa menetelmässä lasersädettä edullisesti liikutetaan useita kertoja, jopa 50 kertaa, hitsausliitoksen yli. Liikuttamalla lasersädettä useita kymmeniä kertoja hitsausliitoksen yli aikaansaadaan suurempi sula, jolloin liitoksesta tulee lujempi.

35

Keksinnön eräässä sovelluksessa optimoidaan lasersäteen liikuttelukertoja, so. skannausten määriä, hitsausrataa pitkin optimaalisen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Pääsääntöisesti lisäämällä skannausten määrää voidaan tasoittaa mittavirheitä hitsausaumassa.

Keksinnön eräässä sovelluksessa muodostetaan ohjelma skanneripeilien liikkeen ohjaamiseksi.

Keksinnön eräässä sovelluksessa järjestetään sopiva linssi halutun optimaalisen polttovälin aikaansaamiseksi siten, että lasersäde kulkee linssin läpi ja polttovälillä säädetään lasersäteen liikuttelunopeutta. Nostetaan lasersäteen liikuttelunopeutta kasvattamalla polttoväliä. Liikuttelunopeuden optimi vaihtelee käyttökohteesta riippuen.

Edullisesti keksinnön mukaisessa menetelmässä käytetään pitkää polttoväliä. Kuitenkin liian pitkä polttoväli aikaansaa epätarkan hitsaustuloksen. Näin ollen polttoväli on optimoitava tapauskohtaisesti.

Eräässä sovelluksessa menetelmässä käytetään polttoväliä alle 5000 mm. Eräässä sovelluksessa menetelmässä käytetään polttoväliä alle 1000 mm.

Keksintö perustuu keksinnön mukaisen menetelmän käyttöön muovikappaleiden laserhitsauksessa, jossa kaksi muovikappaletta hitsataan yhteen. Muovikappaleiden, etenkin suurempien esim. kämmenen kokoisten muovikappaleiden, laserhitsaus on aiemmin ollut hidasta, jolloin ei ole saatu aikaan sopivia teollisia sovelluksia. Keksinnöllä saavutetaan teollisesti sovellettavissa oleva nopea laserhitsausmenetelmä erikokoisille muovikappaleille.

Keksinnön mukaisella menetelmällä saavutetaan merkittäviä etuja tunnettuun tekniikkaan verrattuna.

Keksinnön ansiosta aikaansaadaan erittäin nopea ja joustava hitsausmenetelmä. Keksinnön ansiosta voidaan liittää erikokoisia ja eri materiaalista olevia kappaleita toisiinsa. Hitsausajat myös isoilla kappaleilla saadaan lyhyeksi. Menetelmällä saavutetta-

vat hitsausajat ovat jopa kymmeniä kertoja nopeampia kuin aiemmin tunnetuissa menetelmissä. Tällöin laserlaitteen investointi kappaletta kohden on edullinen vaihtoehto. Lisäksi yhdellä keksinnön mukaisen menetelmän laserhitsauslaitteistolla voidaan korvata esim. useampi ultraäänihitsauslaitteisto.

Edelleen keksinnön etuna on, kun käytetään yli 10 m/s lasersäteen liikuttelunopeuksia, hitsauksen parametrialue laajenee. Lisäksi keksinnön avulla voidaan optimoida skannausten so. lasersäteen liikuttelukertojen määrää parhaan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tällöin muovien ruiskuvalusta aiheutuneet virheet muovien pinnalla voidaan kompensoida skannaamalla lasersäde hitsausrataa pitkin useita kymmeniä kertoja ja puristamalla hitsattavia kappaleita yhteen hitsauksen aikana, jolloin mittavirheet tasoittuvat.

Lisäksi keksinnön ansiosta aikaansaadaan luja, luotettava ja hyvälaatuinen hitsisauma suuren hitsausnopeuden ja lähes samanaikaisen hitsautumisen ansiosta. Lisäksi hitsisauman laatua on helppo valvoa.

Edelleen keksinnön mukaisen laserhitsausmenetelmän ansiosta vaihto tuotteesta toiseen tuotantolinjalla onnistuu vain ohjelmamuutoksella. Keksinnön mukaisessa menetelmässä ei tarvitse tehdä pääsääntöisesti mekaanisia muutoksia laitteistoon. Tämä nopeuttaa uusien tuotteiden ottamista tuotantolinjalle.

Lisäksi keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan hitsata useita kappaleita samanaikaisesti.

Keksinnön mukainen menetelmä soveltuu käytettäväksi erilaisten materiaalien hitsauksessa teollisuusmittakaavassa, esim. erilaisten muovikappaleiden hitsauksessa matkapuhelinteollisuudessa. Lisäksi menetelmää voidaan soveltaa minkä tahansa tuotteiden valmistuksessa ja merkitsemisessä, joissa voidaan käyttää laserhitsausta.

KUVALUETTELO

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa:

5 Kuva 1 kuvaa skannaavan hitsauksen periaatetta; ja

Kuva 2 kuvaa polttovälin kasvattamisen vaikutusta hitsattavaan alueeseen ja hitsausnopeuteen.

10 KEKSINNÖN YKSITYISKOHTAINEN SELOSTUS

Keksinnön mukaista menetelmää testattiin muovien hitsauksessa lasermerkkauksesta tunnetulla skannerilla (kuva 1). Tässä tekniikassa lasersäde skannataan suurella nopeudella galvopeilien avulla useita
15 kertoja hitsausgeometrian yli. Muovien alhaisen lämmönjohtavuuden vuoksi muodostettava hitsiliitos kuumenee asteittain ja suhteellisen tasaisesti siten, että koko hitsiliitos sulaa lähes samanaikaisesti. Menetelmässä hitsausaika määräytyy käytetyn hitsausnopeuden
20 so. skannausnopeuden, skannausten määrän ja kappaleen koon mukaan. Hitsisauman muodostava hitsausrata voidaan luoda suoraan esim. CAD-kuvasta.

Skannaavassa hitsauksessa käytetyn skannerin nopeus ja työalue määräytyvät käytettävän optiikan perusteella. Esimerkiksi eräässä kokeessa käytetyllä
25 tunnetulla diodilaserlaitteella saatiin aikaan 160 mm polttovälillä 100 mm x 100 mm työskentelyalue, jossa fokuspisteen koko eli hitsin leveys oli 1,1 mm. Kun polttoväliä pidennettiin, niin sekä työalueen koko että fokuspisteen koko kasvoivat lineaarisesti. Esimerkiksi 430 mm polttovälillä työalue oli noin 300 mm x 300 mm ja fokuspisteen koko oli 2,7 mm. Suuren fokuspisteen takia muovien diodilaserhitsauksessa ei ole
30 aiemmin käytetty isoja työalueita. Eräässä kokeessa uudentyyppisellä kuitulaserilla saavutettiin pieniä
35 fokuspisteiden kokoja myös suurilla työskentelyalueil-

la, esimerkiksi 300 mm polttovälillä työalue oli 200 mm x 200 mm ja fokuspisteen koko oli 0,15 mm.

Skanneripeilien kulma on säädettävissä automaattisesti riippuen hitsattavan kohteen geometriasta, hitsausalueesta, sauman leveydestä jne.

Tässä yhteydessä tutkittiin hitsausnopeuksia yli 10 m/s, joista saatuja tuloksia verrattiin tyypillisellä nopeudella 2 - 5 m/s saavutettuihin tuloksiin. Skannausten määränä käytettiin 30 - 50 kertaa hitsisaumaa kohden. Hitsisauma kasvoi jokaisella skannauksella.

Tehdyissä kokeissa käytettiin erilaisia polttovälejä hitsausnopeuden nostamiseksi. Esimerkiksi polttovälejä 100 mm, 200 mm ja 500 mm testattiin.

Tehdyissä kokeissa havaittiin, että pidemmällä polttoväleillä lasersädettä voidaan liikuttaa suuremmilla nopeuksilla kuin lyhyillä polttoväleillä. Lasersäteen liikuttelunopeuteen voidaan vaikuttaa skanneripeilien nopeudella. 100 mm polttovälillä maksiminopeus oli V m/s ja 500 mm polttovälillä maksiminopeus oli 5 kertaa V m/s (kuva 2). Lasersäde liikkuu siis pisteestä A pisteeseen B samassa ajassa käytettäessä niin lyhyttä kuin pitkäkin polttoväliä, mutta pidemmän matkan käytettäessä pitkää polttoväliä.

Suoritetuissa kokeissa havaittiin, että lasersäteen liikuttelunopeutta voidaan nostaa jopa 50 - 100 m/s asti kasvattamalla polttoväliä. Liikuttelunopeuden kasvua suhteessa polttovälin kasvuun on kuitenkin optimoitava, koska käytettävien skannerien hitsaustarkkuus muodostuu rajoittavaksi tekijäksi. Pääsääntöisesti skannerien tarkkuus heikkenee samassa suhteessa kuin polttoväli kasvaa. 500 mm polttovälillä tarkkuus on 5 kertaa huonompi kuin 100 mm polttovälillä.

Suoritetuissa kokeissa esimerkiksi 150 mm hitsisauma voitiin hitsata 0,75 sekunnissa keksinnön mukaisella skannaavalla hitsauksella, kun käytettiin

hitsausnopeutena 10 m/s ja hitsisauma skannattiin 50 kertaa. Vastaavasti samanlainen hitsisauma voitiin hitsata 0,3 sekunnissa, kun hitsausnopeutena käytettiin 25 m/s ja skannausten määrä oli 50. Vastaavat
 5 hitsausajat aiemmin tunnetulla menetelmällä olivat 3 ja 1,5 sekuntia, kun käytettiin hitsausnopeutena 2,5 m/s ja 5 m/s.

Käytettäessä tunnettuja skannereita joudutaan skanneriin muodostamaan uusi ohjelma hitsausnopeuden
 10 nostamiseksi yli 10 m/s, pidemmän polttovälin käyttämisen mahdollistamiseksi sekä skanneripeilien liikkeen ohjaamiseksi. Eräässä sovelluksessa ohjelmamuutos toteutetaan siten, että lasersäteen maksimiliikuttelunopeus on riippuvainen skanneripeileistä ja käytettävästä
 15 polttovälistä. Tällöin 500 mm polttovälillä päästään noin 50 m/s liikuttelunopeuksiin.

Laserhitsaamiseen tarkoitettu skannauslaite eli skanneri on sinänsä tunnettu rakenteeltaan ja toimii sinänsä tunnetulla tavalla, eikä sitä kuvata tässä
 20 yhteydessä yksityiskohtaisemmin. Laserhitsaus tapahtuu sinänsä tunnetulla tavalla, eikä sitä kuvata tässä yhteydessä yksityiskohtaisemmin.

Keksinnön mukainen menetelmä soveltuu erilaisina sovelluksina käytettäväksi mitä erilaisimpien
 25 kappaleiden laserhitsaamiseen.

Keksintöä ei rajata pelkästään edellä esitetyistä esimerkkeistä koskevaksi, vaan monet muunnokset ovat mahdollisia pysyttäessä patenttivaatimusten määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä muovikappaleiden laserhitaamiseksi, jossa ohjataan lasersädettä skanneripeilien kautta hitsattavaan kohteeseen, tunnettu siitä, että menetelmässä ohjataan ja säädetään skanneripeilien liikettä ja nostetaan lasersäteen liikuttelunopeutta kasvattamalla polttoväliä, käytetään polttoväliä yli 200 mm, järjestetään lasersäteen liikuttelunopeudeksi yli 10 m/s ja liikutetaan lasersädettä ennalta määrättyä hitsausrataa pitkin useita kertoja.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että optimoidaan lasersäteen liikuttelukertoja hitsausrataa pitkin.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muodostetaan ohjelma skanneripeilien liikkeen ohjaamiseksi ja pidemmän polttovälin käyttämiseksi.

4. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lasersäteen maksimiliikuttelunopeus on riippuvainen skanneripeileistä ja käytettävästä polttovälistä.

5. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että järjestetään sopiva linssi halutun optimaalisen polttovälin aikaansaamiseksi siten, että lasersäde kulkee linssin läpi ja polttovälillä säädetään lasersäteen liikuttelunopeutta.

6. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmässä käytetään polttoväliä alle 5000 mm.

7. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmässä käytetään polttoväliä alle 1000 mm.

PATENTKRAV

1. Förfarande för lasersvetsning av plaststycken, vid vilket en laserstråle via skannerspeglar styrs till det ställe, som skall svetsas, k ä n n e -
5 t e c k n a t därav, att vid förfarandet styrs och regleras skannerspeglarnas rörelser och laserstrålens rörelsehastighet höjs genom att öka brännvidden, en brännvidd över 200 mm används, som rörelsehastighet
10 för laserstrålen anordnas över 10 m/s och laserstrålen rörs längds en förutbestämd svetsbana ett antal gånger.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att antalet gånger som laserstrålens rörs längs svetsbanan optimeras.
15

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett program för styrningen av skannerspeglarnas rörelse och användningen av den längre brännvidden utformas.

20 4. Förfarandet enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att laserstrålens maximirörelsehastighet är beroende av skannerspeglarna och av brännvidden som skall användas.

5. Förfarandet enligt något av patentkraven 1 - 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att en lämplig lins för åstadkommande av den önskade optimala brännvidden anordnas så, att laserstrålen går genom linsen och laserstrålens rörelsehastighet regleras med brännvidden.
25

30 6. Förfarandet enligt något av patentkraven 1 - 5, k ä n n e t e c k n a t därav, att vid förfarandet används en brännvidd på under 5000 mm.

7. Förfarandet enligt något av patentkraven 1 - 6, k ä n n e t e c k n a t därav, att vid förfarandet används en brännvidd på under 1000 mm.
35

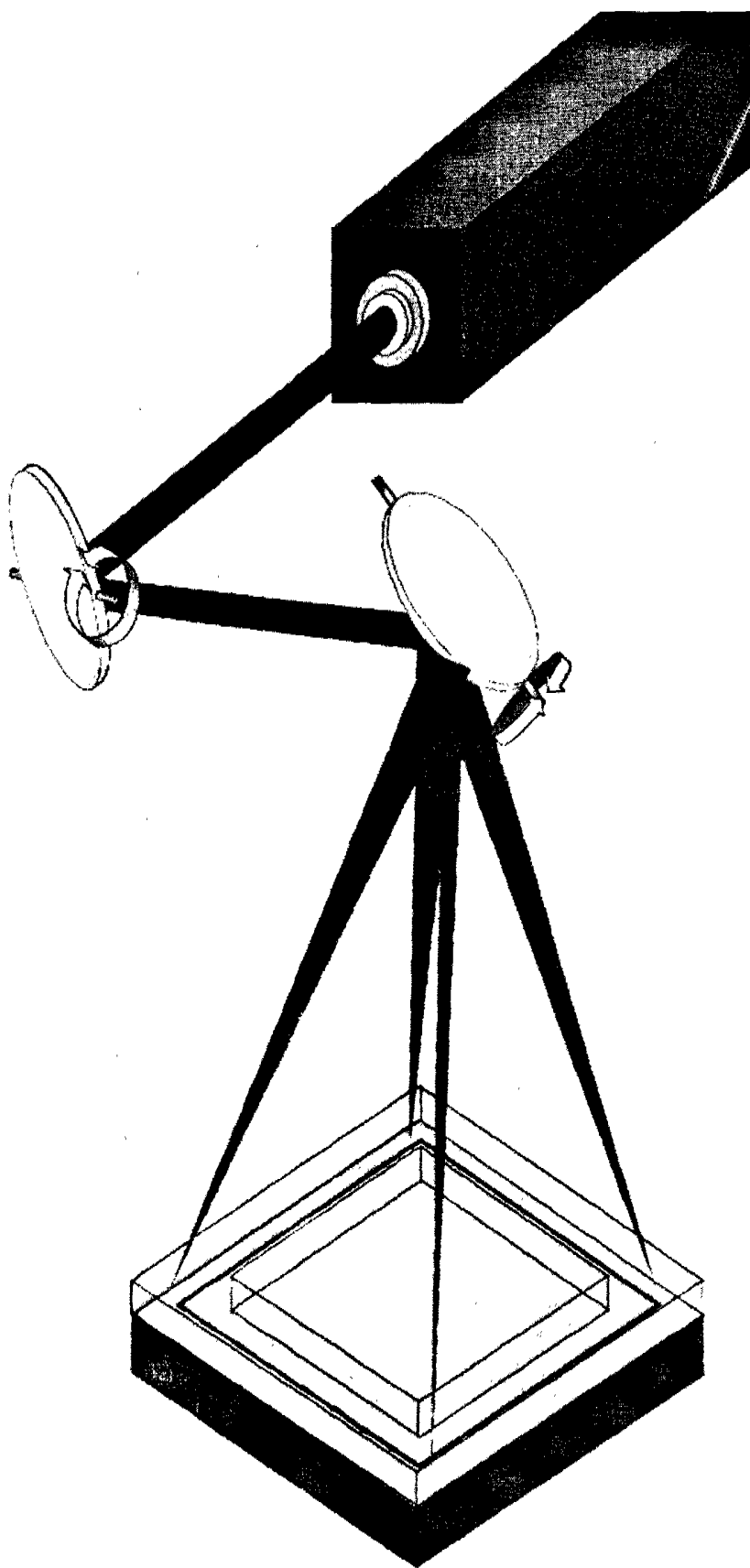


Fig. 1

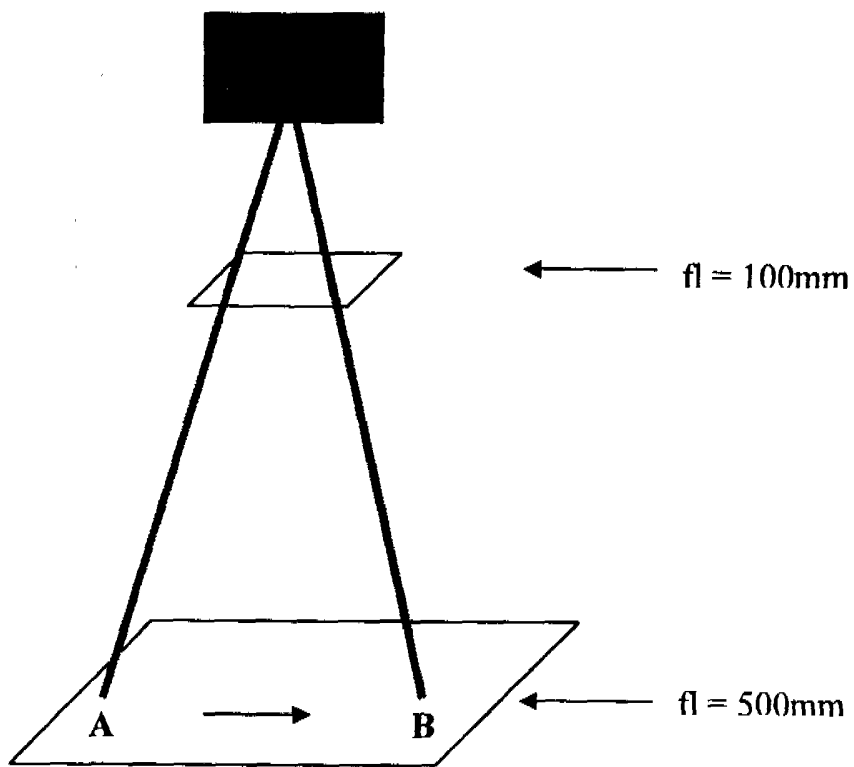


Fig. 2