



①



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ **CH 686 072 A5**

⑤① Int. Cl.⁶: **B 21 C 029/00**
B 05 B 007/00
C 21 D 001/673

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT A5**

②① Gesuchsnummer: 01947/92

⑦③ Inhaber:
Alusuisse-Lonza Services AG 8034 Zürich
Zustelladresse: 8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

②② Anmeldungsdatum: 19.06.1992

②④ Patent erteilt: 29.12.1995

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 29.12.1995

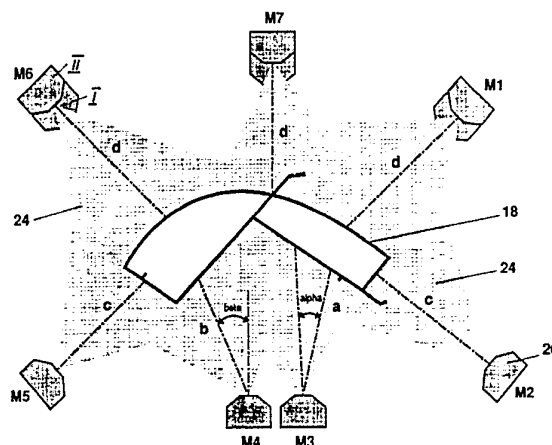
⑦② Erfinder:
Plata, Mirosław, Vétroz (CH)
Bourqui, Bernard, Noëz (CH)
Strehmel, Werner, Sierre (CH)

⑤④ **Spryanlage zum Kühlen von Profilen.**

⑤⑦ Die Spryanlage schliesst in Linie an eine Strangpresse an und dient dem allseitigen Kühlen von metallischen Profilen (18), insbesondere aus Aluminium oder aus einer Aluminiumlegierung. Die Kühlmedien treten programmgesteuert, in Richtung der Profile (18), aus Sprühdüsen aus.

Der Abstand (a, b, c, d), die Querschnittsverteilung und die Richtung der Sprühdüsen sind spezifisch an die geometrische Form und die Massenverteilung der Profile (18) adaptiert. Die optimalen Parameter werden ermittelt und im Anlagenprozessor gespeichert.

Die stranggepressten Profile (18) werden in die Spryanlage geführt und durch ein an Form und Massenverteilung adaptiert aufgespritztes Kühlmedium programmgesteuert, mit oberhalb dem materialspezifischen kritischen Wert liegender Geschwindigkeit, abgekühlt. Mit rundum gleichmässiger Abkühlung können gerade gepresste Profile (18) gerade erhalten, mit ungleichmässiger Abkühlung deformiert gepresste Profile in bezug auf Verbiegungen und/oder Verwindungen korrigiert werden.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine «in-line» an eine Strangpresse anschliessende Spryanlage zum allseitigen Kühlen von metallischen Profilen, mit einem programmgesteuert aus Düsen gesprühten, auf die Profile gerichteten Kühlmedium.

Beim Kühlen von Strangpressprofilen, wobei rasches Kühlen auch Abschrecken genannt wird, bieten insbesondere grosse Profile mit unregelmässiger Form und Massenverteilung Probleme, weil die einzelnen Querschnittsbereiche eine ungleichmässige Wärmekapazität haben. Bei rascher abkühlenden dünnen und langsamer abkühlenden dicken Querschnittsbereichen entstehen Spannungen, welche zu erheblichen Verformungen und damit zu einer Nachbearbeitung oder gar Ausschuss führen können.

Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet erscheint eine langsame Abkühlung wünschbar, dann bilden sich grosse Körner aus. Dadurch wird jedoch das Profil zu weich und hat schlechte mechanische Eigenschaften.

Bei einer Abschreckung wird die bestehende Struktur eingefroren, es entstehen mechanisch vorteilhafte kleine Körner.

Die Abkühlungsgeschwindigkeit ist deshalb beim Strangpressen ein wichtiger Parameter, diese muss so optimiert werden, dass einerseits keine oder in der vorgegebenen Toleranz bleibende Deformationen auftreten, andererseits jedoch das Kornwachstum so begrenzt wird, dass hinreichende mechanische Eigenschaften erhalten bleiben.

Das Kühlen eines aus der Presse austretenden Strangpressprofils hängt nicht nur von der Menge, Wärmekapazität und dem Aufbringen des Kühlmediums ab, sondern wird durch die Durchlaufgeschwindigkeit des Profils beeinflusst. Ist diese Durchlaufgeschwindigkeit sehr niedrig, kann auch ein Kühlmedium mit niedriger Wärmekapazität wie Luft eingesetzt werden. Generell wirkt sich eine etwas zu langsame Kühlung eines Strangpressprofils weniger nachteilig aus als eine zu schnelle Kühlung, eine etwas geringere mechanische Festigkeit ist erträglicher als ein verbogenes Profil. Der Verwendung von Luft als Kühlmedium sind jedoch Grenzen gesetzt, weil die Produktivität des Strangpressens bei geringerer Durchlaufgeschwindigkeit entsprechend erniedrigt wird, und die Luftkühlung nicht für alle Legierungszusammensetzungen angewendet werden kann. Luft ist also kein optimales Kühlmedium.

Beim Einsatz von Wasser in einem Badbehälter oder durch Aufspritzen ist dagegen die Abkühlung oft zu stark, ein unregelmässiges Profil muss infolge ungleicher Abkühlung über den Querschnitt unter Anwendung sehr grosser Kräfte wieder gerade gereckt werden, was aufwendig und kostspielig ist. Dieser Vorgang muss oft mehrmals wiederholt werden.

Im Vergleich zu einem Luftstrom mit einer Kühlwirkung von etwa 100 bis 150 W/m² . °C können in einem Wasserbad mit erzwungener Zirkulation Kühlwirkungen zwischen 20 und 50 kW/m² . °C, mit einem Wasserstrahl sogar 20 bis 100 kW/m² . °C erreicht werden. In einem Wasserbad werden je-

doch trotz starker Zirkulation lokale Dampfblasen gebildet, wodurch die Kühlwirkung örtlich stark abgeschwächt und plastische Deformationen erzeugt werden. Mit einem Wasserstrahl kann dieses Problem entschärft, jedoch nicht vollständig verhindert werden.

Mit einer aufgesprühten Luft-Wassermischung können die erwähnten Probleme praktisch vollständig beseitigt werden.

Der Einsatz einer optimalen Wassermenge erlaubt, dass die feinen Sprühtröpfchen vollständig verdampft werden können. Dabei wird ein Wärmeübergang bzw. eine Kühlwirkung von 0,5 bis 30 kW/m² . °C erreicht. Die aufgesprühte Luft-Wasser-Mischung kann leicht in die hinterste Ecke oder in die kleinste Hinterschneidung auf der Oberfläche des Profils eindringen, ohne dass die Gefahr einer Dampfblasenbildung besteht. Das Kühlen mit einer aufgesprühten Luft-Wasser-Mischung kann für das Kühlen praktisch aller Legierungen mit mittlerer und geringer Geschwindigkeit zufriedenstellend angewendet werden.

In der EP-A 0 429 394 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kühlen von gegossenen Strängen aus Aluminium nach einer Homogenisierungsglühung beschrieben. Dabei werden die mit einer ersten Temperatur kontinuierlich in Längsrichtung hintereinander aus einem Hochglühofen austretenden Stränge «in-line» mit einer programmgesteuerten Vorschubgeschwindigkeit und unter einer programmgesteuerten, allseitigen Besprühung mit einem Kühlmedium zum Erreichen einer einstellbaren Oberflächentemperatur durch eine Spryanlage geführt. Die Innen- und Oberflächentemperatur der Stränge gleichen sich kurze Zeit nach dem Verlassen der Spryanlage aus. Die Spryanlage ist so konzipiert, dass sie über ihre ganze Länge und über den ganzen Umfang ihres Innenraums mit gesamthaft, gruppenweise oder einzeln einstellbaren Düsen für das Kühlmedium ausgerüstet ist. Diese Düsen sind bevorzugt nach der EP-A 0 343 103 ausgestaltet und erlauben eine pendelnde Bewegung des Sprühkegels, was eine gleichmässiger, flächendeckende Abkühlung bewirkt.

Die nach der EP-A 0 429 394 gekühlten Stränge haben stets eine regelmässige Querschnittsform, beispielsweise rechteckig, quadratisch oder rund. Die Düsenanordnung in der Spryanlage ist entsprechend konzipiert.

Die Kenntnisse und Erfahrungen der EP-A 0 429 394 beziehen sich auf regelmässig ausgebildete Stränge, z.B. in Form von rechteckigen, quadratischen oder runden Barren. Bei Profilen mit querschnittlich unregelmässiger Form und Massenverteilung ergaben sich die erwähnten Probleme, indem sich die Profile nach dem Austritt aus der Spryanlage verbogen.

Die Erfinder haben sich deshalb die Aufgabe gestellt, eine Spryanlage der eingangs genannten Art und ein Verfahren zum Betrieb der Spryanlage zu schaffen, welche ein schnelles und problemloses Kühlen von allen Profiltypen, auch unregelmässigen und/oder grossen, ohne Verbiegungen und Verwindungen ausserhalb der Toleranzgrenze erlauben. Es sollen auch die beim Beginn des Strangpres-

sens und durch einen Bolzenwechsel bedingten oder unerwarteten Unterbruch üblicherweise auftretenden starken Deformationen beherrscht werden.

In bezug auf die Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der Abstand, die Querschnittsverteilung und die Richtung der Sprühdüsen spezifisch an die geometrische Form und die Massenverteilung der Profile adaptierbar sind. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen der Spryanlage sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

Die Anpassung von Abstand, Querschnittsverteilung und Richtung der Sprühdüsen erfolgt in einer dem Maschinenbauer bekannten Weise. Die Adaptation mit mechanischen Mitteln zum parallelen Verschieben oder Schwenken

- erfolgt schnell und leicht, an eine grosse Anzahl von Profiltypen anpassbar, und
- umfasst auch die Führungs- und Aufhängesysteme der Profile.

Die Sprühanlage beinhaltet bevorzugt eine ebenfalls an sich bekannte Absauganlage für Dämpfe, einen Schutz gegen das Entweichen von Wasser in Richtung des Pressenausgangs, und benötigt nur minimale Unterhaltsarbeiten.

Mit der Einstellung der Parameter Abstand der Sprühdüsen vom der Profiloberfläche, Verteilung der Sprühdüsen und Richtung der Sprühdüsen kann erreicht werden, dass alle Oberflächenbereiche des durchlaufenden Strangpressprofils gleich schnell abgekühlt werden. Oberflächenbereiche mit mehr darunterliegender Masse sind stärker besprühbar, beispielsweise durch näher an der Profiloberfläche angeordnete Düsen oder sich überschneidende Sprühkegel. Querschnittsschwache Profileile dagegen sollen nur schwachbesprühbar sein, beispielsweise indem eine Düse in grösserer Distanz angeordnet wird und keine sich nennenswert überschneidenden Sprühkegel erzeugt werden.

Die Sprühdüsen sind vorzugsweise auf in Richtung des Profils längslaufenden Düsenleisten angeordnet. Diese können mit den erwähnten, an sich bekannten Mitteln parallel verschoben und/oder in eine andere geometrische Lage geschwenkt werden, einzeln oder gruppenweise. Schliesslich können die Düsenleisten zur Veränderung der Sprühhichtung der Düsen um die Längsachse gedreht werden. Selbstverständlich sind auch Ausführungsformen denkbar, in welchen die Düsen einzeln verstellt werden können, dies bedingt jedoch einen die Wirtschaftlichkeit des Strangpressens allenfalls beeinträchtigenden grossen Aufwand.

Bevorzugt sind die Düsenleisten aus stirnseitig aneinander gereihten Modulen aufgebaut oder durch Querwände so unterteilt, dass Module entstehen. Die Module sind separat mit den Kühlmedien, insbesondere Wasser und Luft, speisbar. Jede Düsenleiste, bzw. jedes Modul umfasst bevorzugt wenigstens einen längslaufenden Wasserkanal und zwei längslaufende Luftkanäle. Von diesen Kanälen führen Stichkanäle zu Düsen, je nach dem Düsentyp ein Wasserkanal, zwei Wasserkanäle, ein Wasser- und zwei Luftkanäle, etc. Die Spraydüsen können als Luft-Wasser-Düsen, Wasserdüsen oder beide Düsentypen alternierend angeordnet sein.

Innenleisten oder Module mit zwei längslaufenden Wasserkanälen haben paarweise angeordnet Sprühdüsen für Wasser, jede mit einem Wasserkanal verbunden. Durch entsprechendes Einspeisen von Wasser in die Kanäle können die Wasserdüsen einzeln oder gemeinsam betätigt werden.

Die Düsenleisten können stufenweise oder kontinuierlich verschoben, in eine andere Lage geschwenkt oder um ihre Achse gedreht werden. Eine oder mehrere Düsenleisten, ob in Module unterteilt oder nicht, können auf einem Support angeordnet gesamthaft parallel verschoben oder geschwenkt werden, wobei die Achse in einer oder ausserhalb der Düsenleisten liegen kann. Daneben kann, wie bereits erwähnt, jede Düsenleiste einzeln ihre eigene Längsachse gedreht werden.

Die Module können jede beliebige Anzahl von Düsen zwischen eins und der maximalen Anzahl von Düsen der Düsenleiste umfassen, vorzugsweise jedoch drei bis zehn Düsen in regelmässigem Abstand.

Die Art und Durchflussmenge von Kühlmedium pro Zeiteinheit durch die Düsenleisten und/oder die einzelnen Module ist in bekannter Weise einstellbar, beispielsweise mit Durchflussmessern. Der Begriff einstellbar umfasst auch das Ausschalten der Düsenleisten und/oder einzelnen Module.

Für die einzelnen Sprühdüsen sind die Luft-Wasser-Düsen gemäss der EP-A 0 343 103 bevorzugt, bei welchen die Mischung Wasser/Luft erst nach der Düsenöffnung eingestellt wird, was besonders vorteilhaft ist, ggf. alternierend mit Wasserdüsen. Diese speziell für das Kühlen von Strängen und Profilen konzipierten Düsen erlauben eine drastische Senkung des Kühlmediumbedarfs, was sich auf der Kostenseite günstig niederschlägt.

Zur Ermittlung der optimalen Einstellung der Sprühdüsen kann so vorgegangen werden, dass ein auf eine der Austrittstemperatur der Strangpresse entsprechende Temperatur erwärmtes Stück eines herzustellenden Profils mit verschiedenen Anordnungen der Sprühdüsen in bezug auf den Abstand vom Profil, die Verteilung und die Richtung der Sprühdüsen bei gleichem Luft- und einstellbar unterschiedlichem Wasserdurchfluss gekühlt, der Temperaturverlauf an mehreren Punkten ausgemessen, die günstigste geometrische Anordnung beim erforderlichen Kühlmediendurchfluss ermittelt, mehrmals überprüft, und bei ungleicher Temperaturverteilung wenigstens eine Korrektur ermittelt wird.

Die Messung der Oberflächentemperatur des Profils an den erwähnten Orten wird bevorzugt während 1 bis 2 min fortgesetzt, insbesondere mit einer Frequenz von etwa 20 Messungen pro sec.

Bei diesen Temperaturmessungen ist von grundlegender Bedeutung, dass reproduzierbare Ergebnisse erhalten werden, welche möglichst den realen Bedingungen an der Strangpresse entsprechen. Bei einem Profil aus einer Aluminiumlegierung werden beispielsweise folgenden Massnahmen getroffen:

- Alle Kontakte des Thermoelements werden geprüft,
- das Profil wird mit 20%iger Ameisensäure gereinigt um alle Kalkspuren und anderen Ablagerungen

zu entfernen, damit eine gleichmässige Oberflächenqualität erhalten wird,

- das Profil wird in einem Ofen während 2 mal 3 Stunden auf 530°C erwärmt und während etwa 30 Minuten auf dieser Temperatur gehalten, damit eine homogene Temperaturverteilung gewährleistet ist,
- vor dem Kühlen wird das System, von der Einspeisung bis zu den Modulen der Düsenleisten, mit Wasser gefüllt, um einen homogenen Start der über dem ganzen Profilmfang erfolgenden Kühlung zu gewährleisten,
- der Ofen wird raschmöglichst zurückgezogen, um einen bedeutenden Temperaturabfall vor dem Kühlen zu vermeiden,
- die Kühlung wird eingeschaltet und während dieser ganzen Phase, welche 1 bis 2 Minuten dauert, wird die Messung der Oberflächentemperatur des Profils aufgezeichnet, mit einer Kadenz von 20 Messungen pro Sekunde und Kanal,
- unmittelbar nach beendeter Kühlung werden alle Durchflüsse vom Kühlmedium registriert, was während der Temperaturmessung nicht erfolgt, um jede Störung der Durchflüsse zu vermeiden.

Falls die Abkühlung über den ganzen Profilmfang als nicht genügend gleichförmig beurteilt wird, werden nach programmierten Rechnungsmodellen die Wasserdurchflüsse angepasst, und wenn notwendig die geometrische Anordnung der Düsenleisten mit den Modulen in bezug auf Abstand, Verteilung und Sprühwinkel geändert. Ein Abstand von weniger als 100 mm wird jedoch vermieden, um den tatsächlichen Gegebenheiten an einer Strangpresse Rechnung zu tragen.

Zur Festlegung der Geometrie der Anordnung von Düsenleisten wird vorerst, um eine zu grosse Anzahl von Parametern zu vermeiden, mit einer Standarddurchflussmenge von Luft von 30 NI/min je Düse, bei einem Druck von 2,5 bar, gearbeitet.

In bezug auf das Verfahren zum Betrieb einer Spryanlage wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die stranggepressten Profile mit nahezu der Solidustemperatur des Metalls entsprechender Oberflächentemperatur, bei Aluminium und Aluminiumlegierungen mit 550 bis 580°C, in die Spryanlage geführt und durch ein an die Form und die Massenverteilung der Profile adaptiert aufgesprühtes Kühlmedium programmgesteuert, mit oberhalb dem materialspezifischen kritischen Wert liegender Geschwindigkeit, abgekühlt werden.

Die nach dem beanspruchten Verfahren optimierte Anlage gewährleistet während des Strangpressens verbiegs- und verwindungsfrei bleibende Profile, wenn entsprechend Geometrie und Massenverteilung rundum gleichmässig gekühlt wird, durch adaptiertes Auftragen des Kühlmediums.

Sind die aus der Strangpresse austretenden Profile schon verbogen und/oder verwunden, werden diese in bezug auf den Querschnitt computergesteuert unregelmässig abgekühlt, spezifisch an jede Querschnittsform adaptiert. Dadurch werden die Profile beim Abkühlen gerade gebogen und/oder von Verwindungen befreit. Der physikalische Effekt entspricht demjenigen, der beim Abkühlen von geraden Profilen Verbiegungen und/oder Verwindun-

gen entstehen lässt. Wird pro Flächeneinheit mehr oder weniger Kühlmedium aufgetragen, als mit dem obenstehenden Verfahren zur rundum regelmässigen Abkühlung ermittelt wurde, kann das Profil wie erwähnt programmgesteuert geradegebogen bzw. von Verwindungen befreit werden. Die entsprechenden Programme werden im Prozessor der Anlage gespeichert.

In besonderem Masse eignet sich eine versprühte Luft-Wasser-Mischung als Kühlmedium. Dabei liegt die Abkühlgeschwindigkeit, auch bei der zusätzlichen Anordnung von alternierenden Wasserdüsen, immer oberhalb des materialspezifischen kritischen Werts. Bei besonders dünnen Profiltteilen können die entsprechenden Sprühdüsen auch nur mit Luft gespeist werden.

Die Durchlaufgeschwindigkeit eines Profils durch die Spryanlage liegt vorzugsweise bei 5 bis 50 m/min, insbesondere bei 10 bis 30 m/min. Diese Durchlaufgeschwindigkeit muss nicht nur optimale Kühlungsbedingungen zulassen, sondern, weil «inline» mit dem Strangpressen durchgeführt, im selben Masse optimale Bedingungen des Strangpressens erfüllen, in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

Das zu feinen Tröpfchen versprühte Wasser wird so dosiert, dass beim Beaufschlagen die Profiloberfläche durchgehend abgedeckt und anschliessend das Wasser vollständig verdampft wird. Die mit experimentellen Simulierungsmethoden berechnete Wassermenge wird in Funktion der Profilgeometrie, der Durchlaufgeschwindigkeit des Profils und der Anordnung der Spraydüsen dosiert, wobei die vorgegebene Abkühlungsgeschwindigkeit bestimmt wird durch

- das Verhindern mechanischer Deformationen bzw. das Glätten von deformierten Profilen,
- das Erzielen optimaler mechanischer Eigenschaften, und
- die Produktivität des gesamten Strangpressvorgangs.

Da eine Spryanlage für grosse Profile 1000 oder mehr Sprühdüsen umfassen kann, werden bevorzugt Düsen eingesetzt, welche mit einem geringen Luft- und Wasserdurchfluss arbeiten, beispielsweise mit 10 bis 50 NI/min, insbesondere 20 bis 40 NI/min Luft und 0,2 bis 1 l/min Wasser pro Sprühdüse.

Das vorzugsweise vollständig computerisierte Verfahren der vorliegenden Erfindung erlaubt bei einem Unterbruch des Strangpressens, dass die Kühlmittelzufuhr kontinuierlich reduziert wird, beispielsweise während 30 bis 60 sec. Weiter erlaubt der bevorzugte Modulaufbau der Düsenleisten, dies ist von besonderer Bedeutung, dass die Module in Richtung des Profils beim Beginn und bei einem Unterbruch des Strangpressens entsprechend der Durchlaufgeschwindigkeit des Profils stufenweise ein- und ausgeschaltet werden können. Damit wird nicht nur die Menge von Kühlmedium reduziert, stillstehende Profile können gekühlt werden, wie wenn sie die ganze Kühlstrecke durchlaufen hätten. Dadurch muss z.B. beim Zusammenschweissen

von Profilen an den Stirnseiten nur ein kurzes Stück abgeschnitten werden, was insbesondere bei komplizierten, teuren Profilen von Bedeutung ist.

Das hohe Adaptionsvermögen der Erfindung in bezug auf den Typ, den Abstand, die Verteilung und die Richtung der Sprühdüsen und die programmgesteuerte, individuelle Kühlmitteldosierung erlauben in bezug auf die metallurgischen Eigenschaften, die Deformationen und die Strangpressgeschwindigkeit bisher bei weitem nicht erzielbare Ergebnisse, insbesondere bei Profilen mit wenigstens einer der folgenden Eigenschaften

- mittlerer bis grosser Querschnitt,
- grosse ebene Flächen,
- starke Asymmetrien in bezug auf die Geometrie und/oder die Massenverteilung,
- schwierig zu kühlende Oberflächen,

wobei mit einer für jede Legierung spezifischen Kühlgeschwindigkeit gearbeitet werden kann.

Durch die Ermittlung der folgenden Parameter können die optimalen Kühlbedingungen rasch und wirksam festgelegt werden:

- Geometrische Position der Düsenleisten mit den Modulen rund um die Profile, bezüglich Distanz und Verteilung,
- Modulspezifische Dosierung des Sprühwassers,
- Winkel des Sprühkegels.

Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen, welche auch Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine Übersichtsdarstellung einer Strangpressanlage,
- Fig. 2 eine Ansicht eines Moduls einer Düsenleiste von unten, mit sechs Sprühdüsen,
- Fig. 3 eine Variante von Fig. 2 mit drei Sprühdüsen,
- Fig. 4 einen Schnitt A–A gemäss Fig. 2 durch eine reine Wasserdüse,
- Fig. 5 einen Axialschnitt durch eine Luft-Wasser-Sprühdüse,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf eine Sprühdüse gemäss Fig. 5,
- Fig. 7 die kritische Abschreckgeschwindigkeit einer Aluminiumlegierung,
- Fig. 8 die Verteilung der Module zum Abkühlen eines runden Rohrs,
- Fig. 9 die Anordnung von Thermoelementen zur Ermittlung der optimalen Einstellung der Sprühdüsen an einem asymmetrischen Grossprofil,
- Fig. 10 eine Variante gemäss Fig. 9,
- Fig. 11 die optimalisierte Anordnung von Modulen zum Abkühlen eines Profils gemäss Fig. 9,
- Fig. 12 eine Startanordnung von Modulen zur Abkühlung eines Profils gemäss Fig. 10,
- Fig. 13 die optimalisierte Anordnung gemäss Fig. 12, mit unterschiedlichen Kühlmedien.

Die Übersichtsdarstellung gemäss Fig. 1 zeigt als wesentliche Vorrichtungsteile eine Strangpresse 10

und eine in einem Gehäuse 12 angeordnete Sprayanlage 14. Aus der Strangpresse 10 fliesst in Richtung des Pfeils 16, der Durchlaufrichtung in der Sprayanlage 14, ein Profil 18 aus einer Aluminiumlegierung, welches mit einer Temperatur von etwa 575°C in die Sprayanlage 14 geführt wird. Das Profil 18 wird über einen Rollenförderer 20 gestossen.

In der Sprayanlage 14 tritt aus einer oberen und einer unteren Düsenleiste 22 eine Luft-Wasser-Mischung aus, welche in Form von sich überlappenden Sprühkegeln eine dünne Wasserschicht auf der Profiloberfläche bildet, wobei das Wasser unmittelbar nachdem Auftreffen vollständig verdampft.

Das Profil 18 liegt auch nach dem Abschrecken in der Sprayanlage 14 auf dem Rollenförderer 20 auf, es hat sich also nicht oder nicht merklich verbogen. Dies gilt nicht nur, wie dargestellt, in vertikaler, sondern auch in horizontaler Richtung.

In den Fig. 2 und 3 werden Module 26 mit sechs und drei Sprühdüsen gezeigt. Die von den Sprühdüsen sichtbaren Düsenaustrittsöffnungen 38 sind in regelmässigen Abständen angeordnet, welche z.B. im Bereich von 5 bis 20 cm liegen. Benachbart der Düsenaustrittsöffnungen 38 sind beidseits Luftkammern 27, 29 der Sprühdüsen sichtbar.

Ein profiliertes Deckblech 35 dient einerseits als Düsenhalter und andererseits als Schutzvorrichtung.

Mit ihren Stirnseiten 30, 32 direkt oder in Abstand bündig aneinander liegend bilden die Module 26 die unteren und oberen Düsenleisten 22 (Fig. 1) der Sprayanlage.

Jedes Modul 26 ist separat mit wenigstens einem Kühlmedium, im vorliegenden Fall Luft und Wasser, speisbar. Der zu einem Modul 26 führende Medienfluss kann kontinuierlich abgesenkt werden, bis der Zufluss im Grenzfall ganz abgestellt ist.

Alle in bezug auf die Durchlaufrichtung 16 auf gleicher Höhe befindlichen Module 26 können auch kommunizierend gespeist werden, was einer zonenweisen Einstellung der Abkühlung entspricht.

Ein vergrößerter Querschnitt eines Moduls 26 ist in Fig. 4 dargestellt. Im peripheren Bereich ist je ein längslaufender Luftkanal A', A'' ausgespart, mit je einem Verbindungskanal 23, 25 zu den mit der Düsenaustrittsöffnung 38 kommunizierenden Luftkammern 27, 29. Der Luftdruck in A' und A'' kann separat variiert werden.

Zwei im zentralen Bereich des Moduls 26 ausgesparten längslaufenden Wasserkanäle W', W'' ermöglichen den Betrieb eines Paares von Sprühdüsen als reine Wasserdüsen mit verschiedenen dimensionierten Düsenaustrittsöffnungen 38. Der Wasserkanal W' ist über Stichkanäle 31 mit ersten Sprühdüsen 28 verbunden, welche eine Wassermenge von 0,8 l/min durchlassen. Der Wasserkanal W'' ist über Stichkanäle 33 mit zweiten Sprühdüsen 28 verbunden, welche eine Wassermenge von 0,4 l/min durchlassen. Die ersten Sprühdüsen 28 werden im Normalfall gespeist, bei einer Sparschaltung nur die zweiten Sprühdüsen 28. Wird eine starke Kühlung benötigt, können die ersten und zweiten Sprühdüsen 28 gleichzeitig eingeschaltet werden.

Eine in Fig. 5 dargestellte Luft-Wasser-Sprühdüse 28_{A,W} zum Kühlen eines Profils 18 (Fig. 1) be-

steht aus einem Teil 36 mit einer sich in einem Winkel von 45° verengenden Zuflussleitung 34 für das Wasser W, welche eine Düsenöffnung 38 bildet, und zwei einander diametral gegenüberliegenden Bohrungen 40 für die Luftzufuhr A. Das Teil 36 ist unter Bildung von ringsegmentförmigen Hohlräumen 42 und daran anschliessenden Luftführungskanälen 44 in ein Gegenstück 46 eingepasst. Die Luftführungskanäle 44 schliessen mit der Düsenachse X einen Winkel α von 45° ein.

Durch unterschiedliche Druckluftbeaufschlagung der Bohrungen 40 kann die Richtung des kegelförmig verdüsten Kühlmediums, kurz Sprühkegel 24 genannt, in einem weiten Bereich, dem Winkel 2β , verändert werden. Durch kontinuierlich ändernde Druckluftbeaufschlagung der Luftführungskanäle 44 entsteht eine pendelartige Schwenkbewegung des Sprühkegels 24 bei unbewegter Düse 28_{A,W}.

Mit einer Sprühdüse 28_{A,W} gemäss Fig. 5, 6 kann die Luftdurchflussmenge gegenüber einem Strahlmischverfahren auf der Grundlage einer Venturidüse um ein Mehrfaches gesenkt werden. Es hat sich zudem gezeigt, dass sich durch das Verdüsen des Wassers W und die Beschleunigung der Tröpfchen durch die eingeleitete Druckluft A eine über die Auftrefffläche des Flüssigkeitsnebels auf der Oberfläche des zu kühlenden Profils ausserordentlich gleichmässige Verteilung der Kühlintensität ergibt, wenn die pendelartige Schwenkbewegung des Sprühkegels 24 erfolgt.

Die Sprühdüse 28_{A,W} gemäss Fig. 5, 6 an sich ist in der EP-A 0 343 103 näher erläutert.

In Fig. 7 ist die kritische Abkühlgeschwindigkeit einer Aluminiumlegierung (Al Si1 Mg0,8 Mn0,3) einer Zugfestigkeit von 31 nbar mit der Kurve K dargestellt.

Hat das zu kühlende Strangpressprofil 18 (Fig. 1) am Eingang der Spryanlage 14 eine mittlere Temperatur von etwa 580°C , so ist die interne Temperaturverteilung im Profil nicht einheitlich, es können lokale Differenzen bis etwa 50°C auftreten, welche während des Strangpressens im Rezipienten und am Pressenausgang entstehen. Das Abkühlen erfolgt ohne Unterbruch und ohne irgendwelches lokales Wiederaufwärmen des Profils. Die Abkühlungsgeschwindigkeit des Profils sollte immer grösser sein als der kritische Wert, welcher für jedes Profil bestimmt wird und für die angegebene Aluminiumlegierung in Fig. 7 mit der Kurve K dargestellt ist.

Zur Abkühlung eines runden Rohrprofils werden entsprechend Fig. 8 acht Module 26, welche mit M1 bis M8 bezeichnet sind, eingesetzt. Die Module 26 haben gemäss den Fig. 2 bis 4 angeordnete Sprühdüsen 28, welche sich geringfügig überlappende Sprühkegel 24 erzeugen.

Angesichts der regelmässigen Querschnittform des Profils 18 ist eine regelmässige räumliche Verteilung der Module 26 gegeben. Zu optimieren ist noch der Abstand der Module 26 vom Profil 14 und die Menge Kühlmedium.

In den Fig. 9 und 10 sind in bezug auf die Form und Massenverteilung unregelmässige Grossprofile 18 dargestellt, welche dem Aufbau eines Wagenkastens für Schienenfahrzeuge dienen.

An den Profiloberflächen werden Thermoelemente plaziert, welche mit P₁, P₂ P₂₃, P₂₄ bezeichnet sind. Damit können die notwendigen Temperaturmessungen zur Ermittlung der optimalen Einstellung der Sprühdüsen durchgeführt werden. Der Abstand und die Verteilung der Sprühdüsen sowie der Richtung der Sprühkegel werden optimiert, bis die Oberflächenabkühlung wiederholbar gleich ist. Offensichtlich muss Oberflächenbereichen mit mehr Masse mehr Kühlmedium zugeführt werden.

In Fig. 11 ist für ein Profil 18 gemäss Fig. 9 die Anordnung von sieben Modulen 26, mit M1 bis M7 bezeichnet, dargestellt. Position I zeigt die nicht optimierte, Position II die optimierte Stellung. Der rechnerische Optimierungsprozess hat ergeben, dass die Abstände a, b, c von je 170 mm der Düsen M2 bis M5 unverändert bleiben können, während die Abstände d der Sprühdüsen M1, M6 und M7 in der optimierten Position II um 20 mm auf 170 mm erhöht worden sind.

Fig. 12 zeigt die nicht optimierte, Fig. 13 die optimierte Anordnung von acht Modulen 26, mit M1 bis M8 bezeichnet, zum Abkühlen eines Profils 18 gemäss Fig. 10. In der nicht optimierten Konfiguration der Module 26 wird die Luft-Wasser-Mischung mit angenähert der Wandstärke des Profils 18 entsprechender Menge aufgesprüht. Die optimierte Konfiguration der Module 26 zur Erzeugung von Sprühkegeln 24 ist stark modifiziert, die Richtung der Sprühkegel 24 geändert. Schliesslich sind in den Bereichen des asymmetrischen Profils 18 mit geringerer Wandstärke drei Sprühdüsen (M1, M2, M4) angeordnet, welche ausschliesslich Luft führen sie haben also eine wesentlich geringere Kühlwirkung.

Patentansprüche

1. In Linie an eine Strangpresse (10) anschliessende Spryanlage (14) zum allseitigen Kühlen von metallischen Profilen (18), mit einem programmgesteuert aus Sprühdüsen (28) austretenden, auf die Profile (18) gerichteten Kühlmedien (W,A), dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (a, b, c, d) zu den Profilen (18), die Querschnittsverteilung und die Richtung (X) der Sprühdüsen (28) spezifisch an die geometrische Form und die Massenverteilung der Profile (18) adaptierbar sind.

2. Spryanlage (14) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sprühdüsen (28) auf in Richtung (16) des Profils (18) verlaufenden Düsenleisten (22) angeordnet sind, welche ihrerseits vorzugsweise in separat mit Kühlmedium (W,A) speisbare Module (26) unterteilt oder aus solchen Modulen (26) aufgebaut sind.

3. Spryanlage (14) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Module (26) einer Spryanlage (14) die gleiche Anzahl von Sprühdüsen (28) speisen, vorzugsweise drei bis zehn.

4. Spryanlage (14) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass Düsenleisten (22), Module (26) und/oder einzelne Sprühdüsen (28) Mittel zur Adaption an ein Profil (18) durch Parallelverschieben und/oder Schwenken um wenigstens eine

parallel zur Richtung des Profils (18) verlaufende Achse umfassen.

5. Spryanlage (14) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Einstellen der Durchflussmenge von Kühlmedium (W,A) pro Zeiteinheit durch die längslaufenden Kanäle (A', A'', W', W'') der Düsenleisten (22) und/oder der einzelnen Module (26) angeordnet sind, das vollständige Ausschalten eingeschlossen.

6. Spryanlage (14) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Düsenleiste (22) oder ein Modul (26) wenigstens einen längslaufenden Wasserkanal (W', W'') und zwei längslaufende Luftkanäle (A', A'') umfasst, von welchen Stichkanäle (31, 33) zu Sprühdüsen (28) abzweigen.

7. Spryanlage (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sprühdüsen (28) wenigstens teilweise als Luft-Wasser-Düsen (28_{A,W}) ausgebildet sind, wobei im Bereich der Düsenöffnung (38) für das Wasser (W) in einem Winkel (α) zwischen vorzugsweise 0 und 45° zur Düsenachse (X) Luftführungskanäle (44) angeordnet sind, wodurch die Mischung Wasser/Luft erst nach der Düsenöffnung (38) eingestellt wird.

8. Spryanlage (14) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sprühdüsen (28) alternierend als Luft-Wasser-Düsen (28_{A,W}) und als reine Wasserdüsen ausgebildet sind, wobei Düsenleisten (22) oder Module (26) mit zwei längslaufenden Wasserkanälen (W', W'') Stichkanäle (31, 33) zu je einer von zwei paarweise hintereinanderliegenden ersten und zweiten Wasserdüsen haben.

9. Verfahren zum Betrieb einer Spryanlage (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die stranggepressten Profile (18) mit nahezu der Solidustemperatur des Metalls entsprechender Oberflächentemperatur in die Spryanlage (14) geführt und durch ein an die Form und die Massenverteilung der Profile (18) adaptiert aufgesprühtes Kühlmedium (W,A) programmgesteuert, mit oberhalb dem materialspezifischen kritischen Wert (K) liegender Geschwindigkeit, abgekühlt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass gerade aus der Strangpresse (10) austretende Profile (18) rundum gleichmässig mit dem Kühlmedium (W,A) besprayed werden.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass verbogene und/oder verwunden aus der Strangpresse (10) austretende Profile (18) in bezug auf den Querschnitt profilspezifisch unregelmässig abgekühlt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Profil (18) bei einer Durchlaufgeschwindigkeit von 5 bis 50 m/min, vorzugsweise 10 bis 30 m/min, abgekühlt wird, bei einer bevorzugten Kühlmedienmenge von 10 bis 50 NI/min Luft und einer vollständig verdampfenden Wassermenge, insbesondere bei 20 bis 40 NI/min Luft und 0,2 bis 1 l/min Wasser, jeweils pro Sprühdüse (28).

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Unterbruch des Strangpressens die Kühlmedienzufuhr,

kontinuierlich reduziert wird, vorzugsweise während 30 bis 60 sec, bis zum Abstellen.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Module (26) in Richtung des Profils (18) beim Beginn und beim Unterbruch des Strangpressens, entsprechend der Durchlaufgeschwindigkeit, stufenweise ein- und ausgeschaltet werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Sprührichtung (X) und der Sprühkegel (24) des Kühlmediums einer Luft-Wasser-Düse (28_{A,W}) durch prozesskontrollierte Änderung der durch zwei Bohrungen (40) zugeführten Luft (A) gesteuert werden, wodurch mittels einer pendelartigen Schwenkbewegung des Sprühkegels (24) in einem Winkel (β), senkrecht zur Vorschubrichtung (16) der Profile (18), ein besser ausgeglichener Wärmefluss entsteht.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zwei hintereinander angeordnete, aus verschiedenen längslaufenden Wasserkanälen (W', W'') gespeiste Wasserdüsen, einzeln oder gemeinsam eingeschaltet werden, vorzugsweise mit 0,4, 0,8 oder 1,2 l/min versprühtem Wasser.

17. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren mit einer Anlage (14) durchgeführt wird, deren Sprühdüsen vorgängig optimal eingestellt worden sind, indem ein auf eine der Austrittstemperatur der Strangpresse (10) entsprechende Temperatur erwärmtes Stück eines herzustellenden Profils (18) mit verschiedenen Anordnungen der Sprühdüsen (28) und/oder Module (26) in bezug auf den Abstand vom Profil (18), die Verteilung und die Richtung (X) der Sprühdüsen (28) bei gleichem Luft- und einstellbar unterschiedlichem Wasserdurchfluss gekühlt, der Temperaturverlauf an mehreren Punkten (P1-P24) gemessen, die günstigste geometrische Anordnung beim erforderlichen Kühlmediendurchfluss ermittelt, mehrmals überprüft und bei ungleicher Temperaturverteilung wenigstens einmal eine Korrektur ermittelt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung der Oberflächentemperatur des Profils (18) während 1-2 min fortgesetzt wird, vorzugsweise mit einer Frequenz von etwa 20 Messungen/sec.

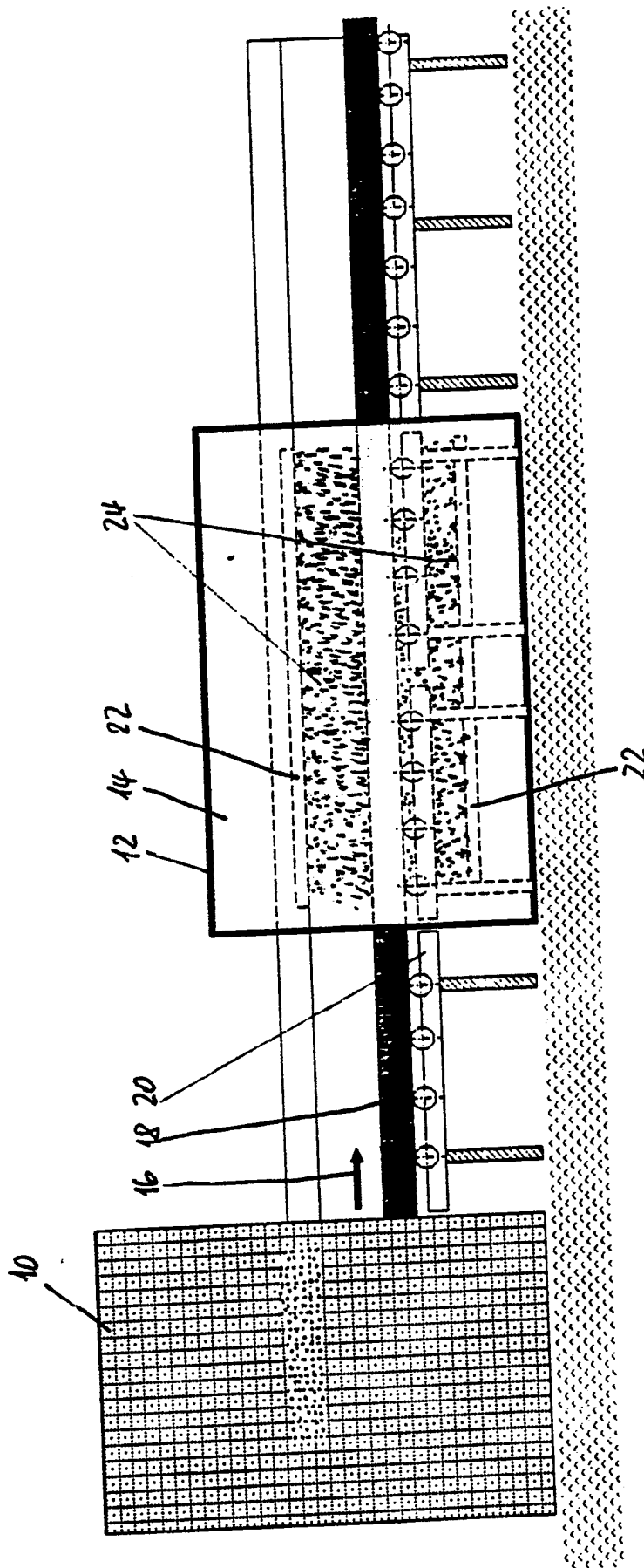
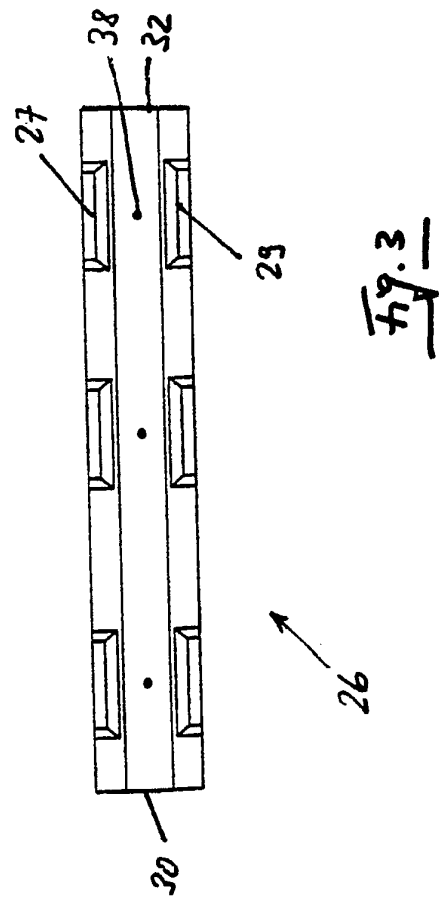
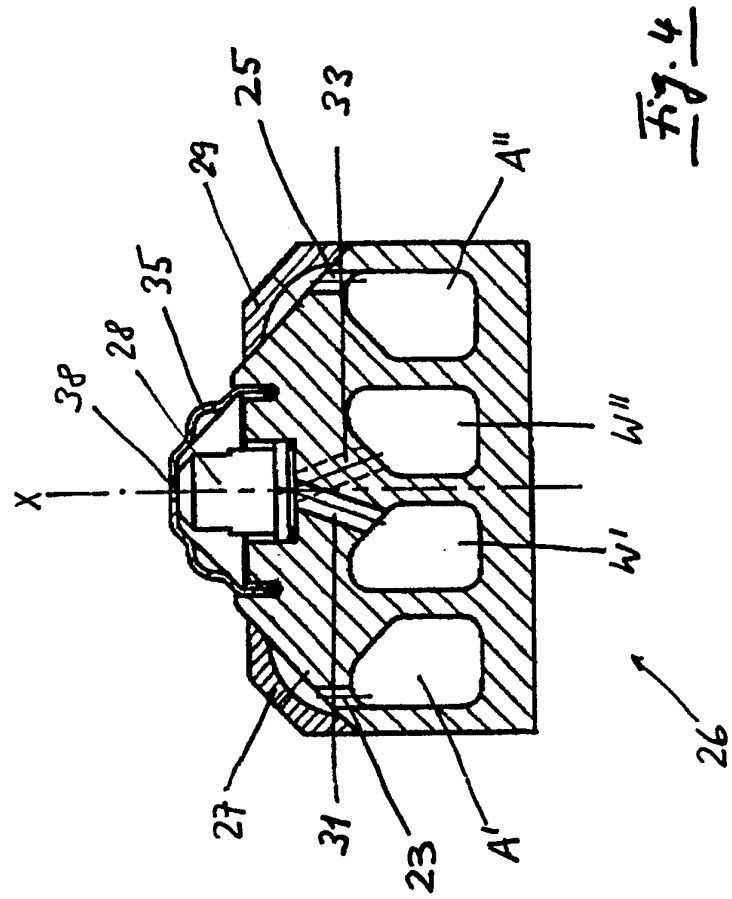
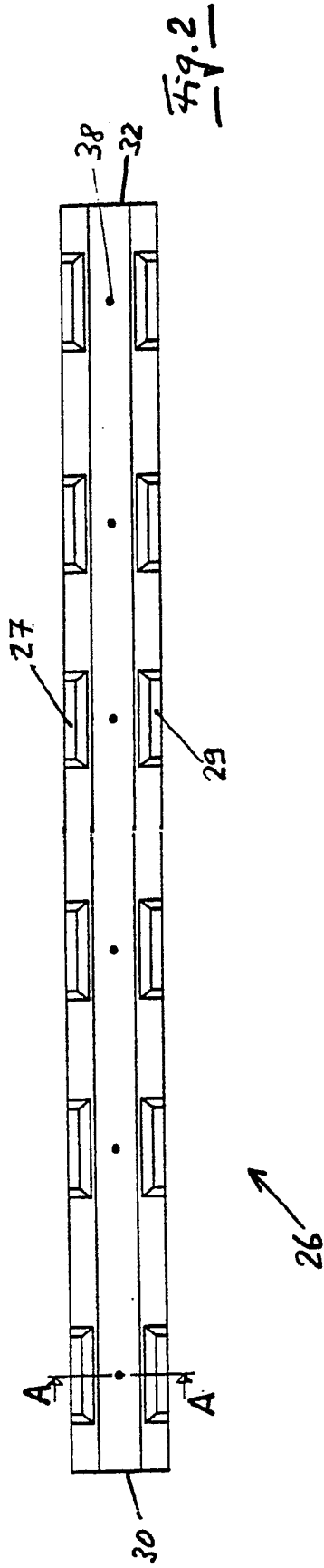
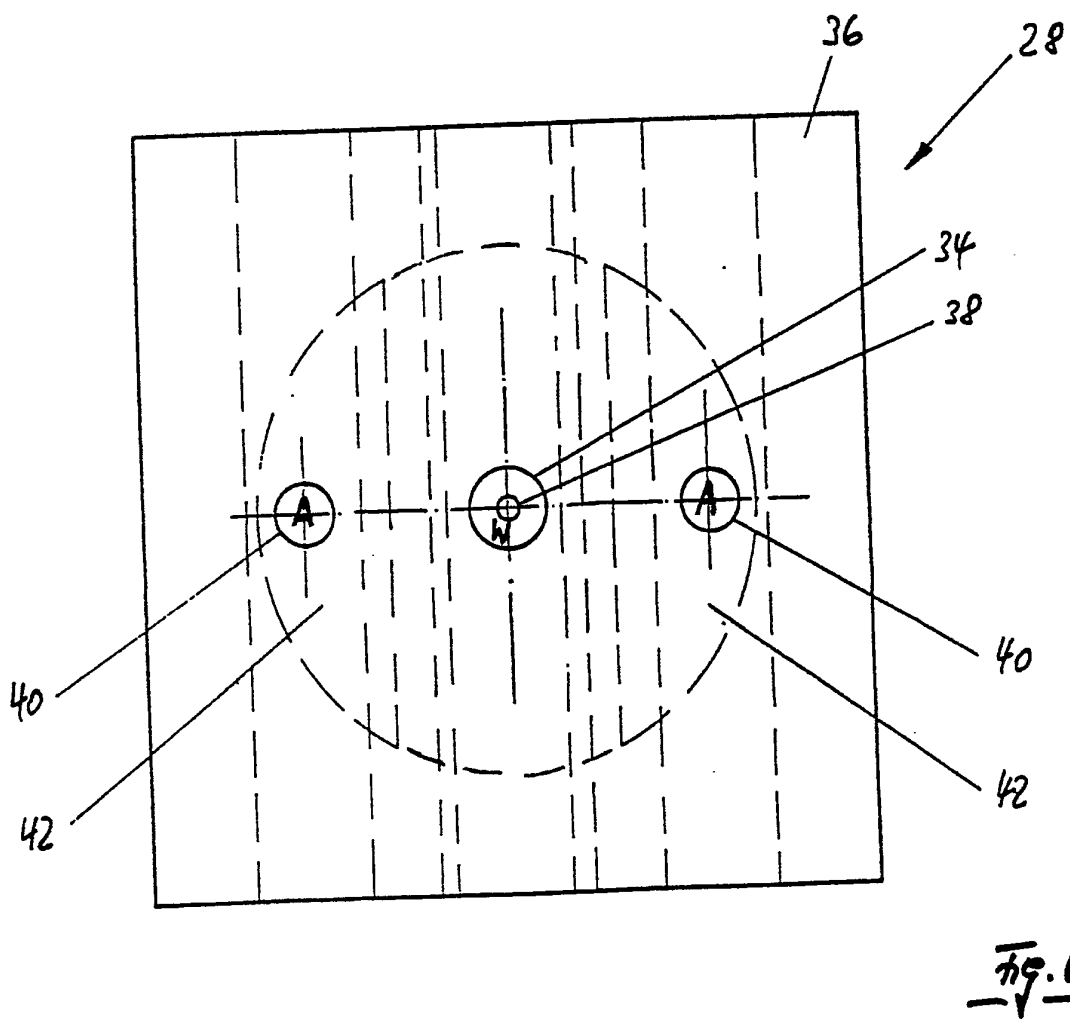
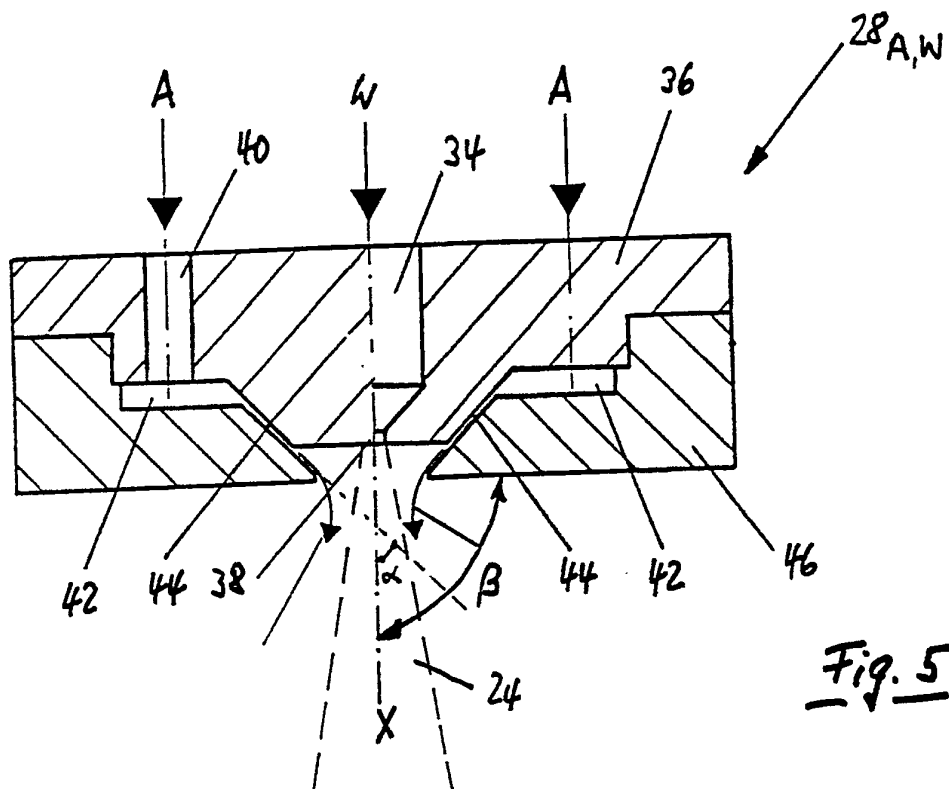
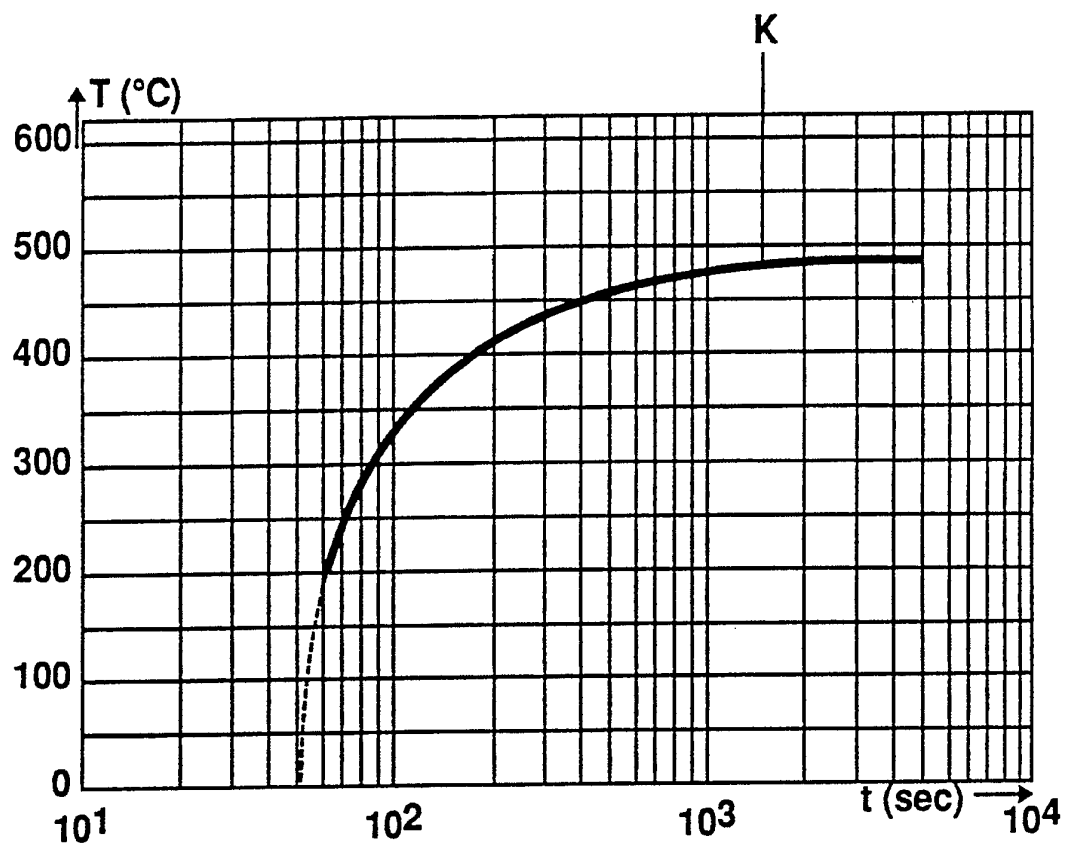
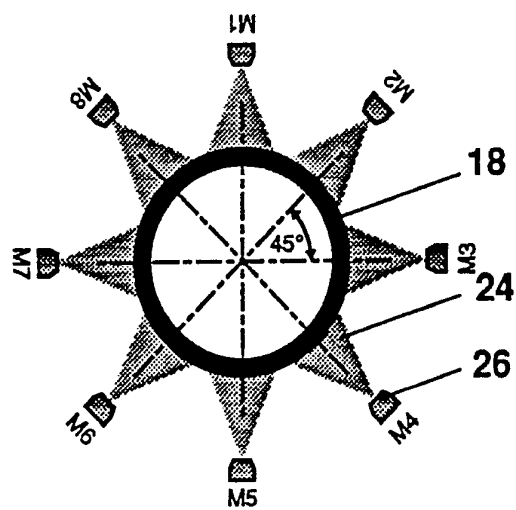


Fig. 1





**Fig.7****Fig. 8**

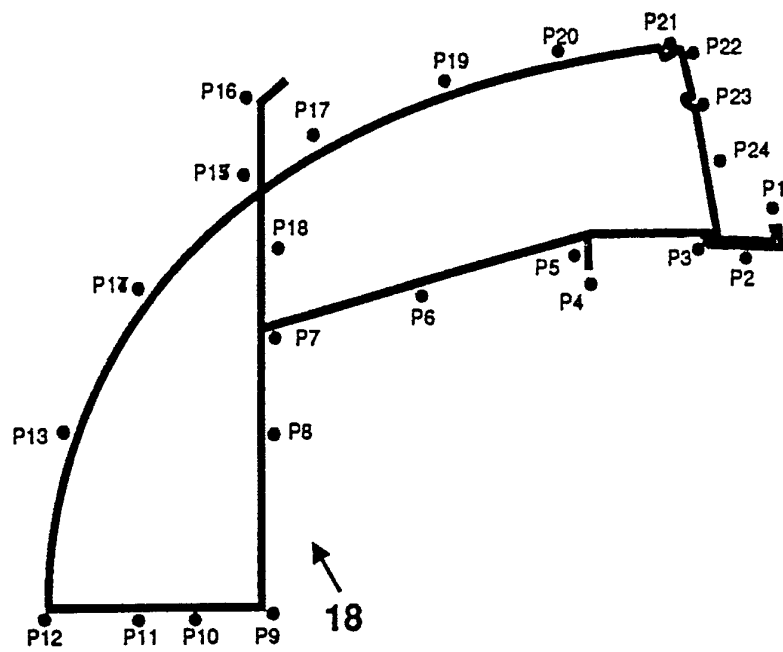


Fig. 9

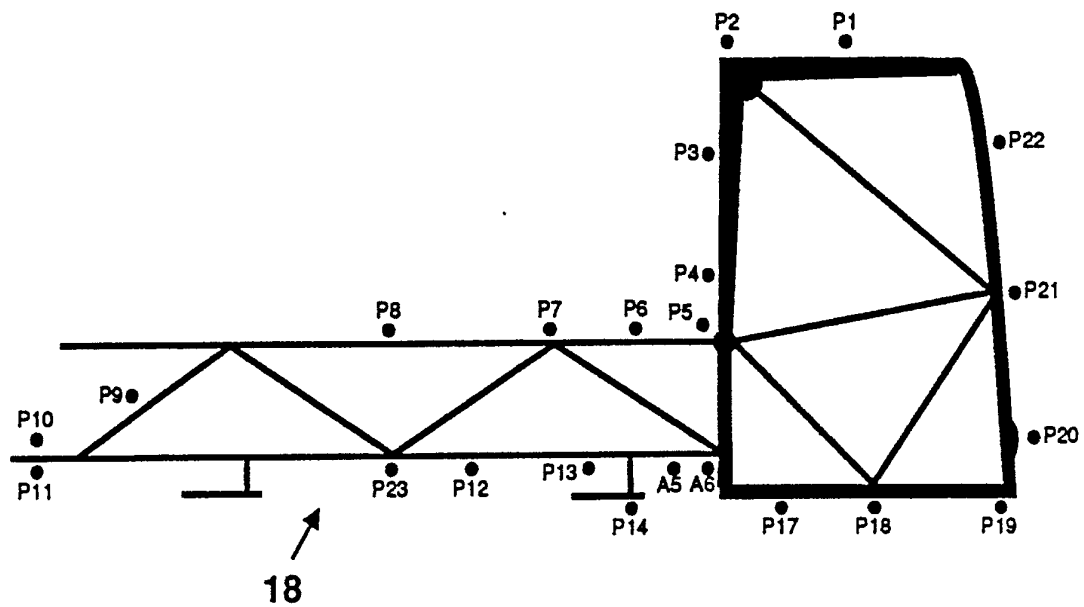


Fig. 10

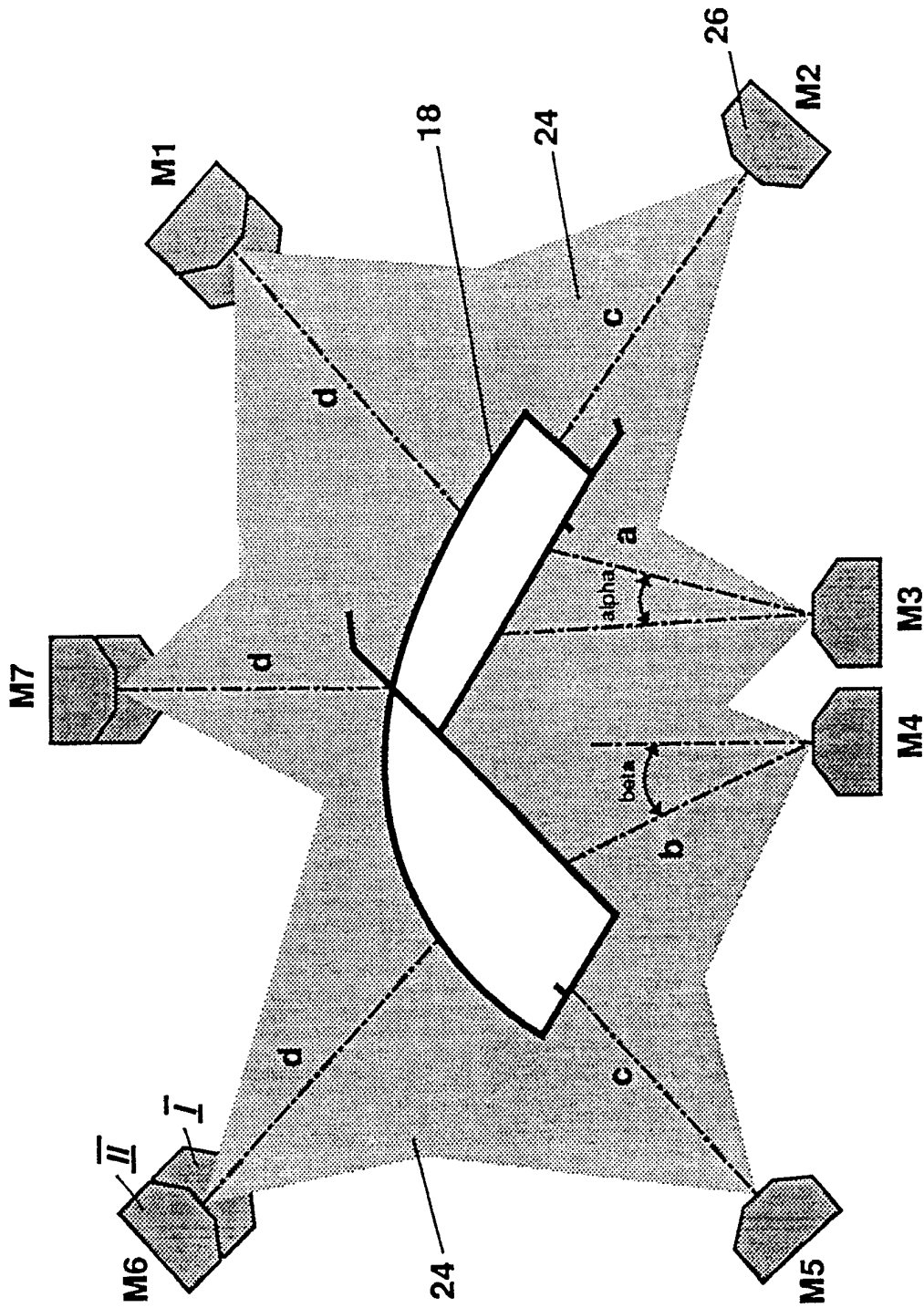


Fig. 11

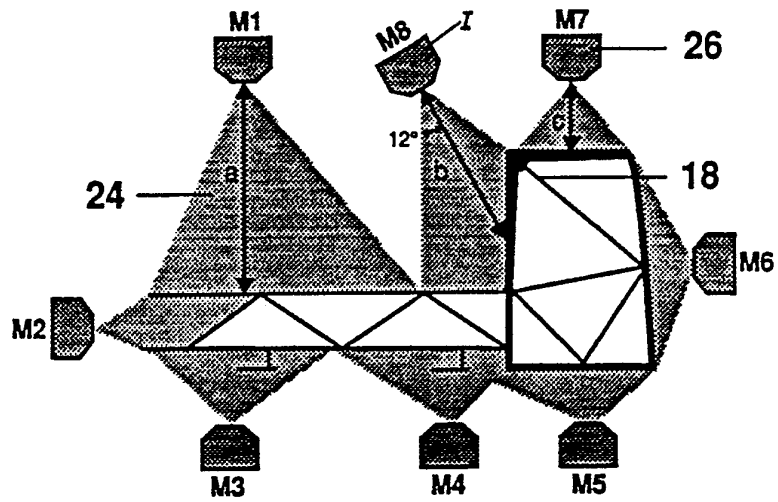


Fig. 12

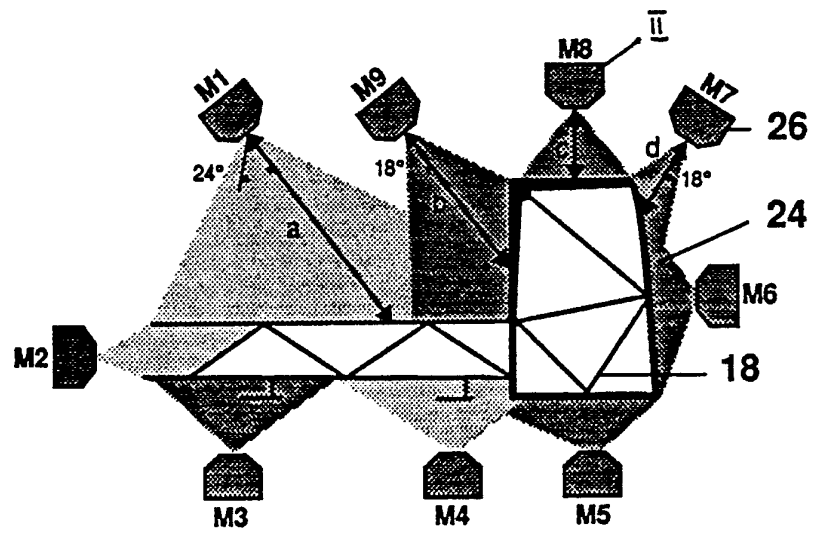


Fig. 13