

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 879/2006**

(51) Int. Cl.⁸: **F26B 3/30** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **19.05.2006**

(43) Veröffentlicht am: **15.06.2007**

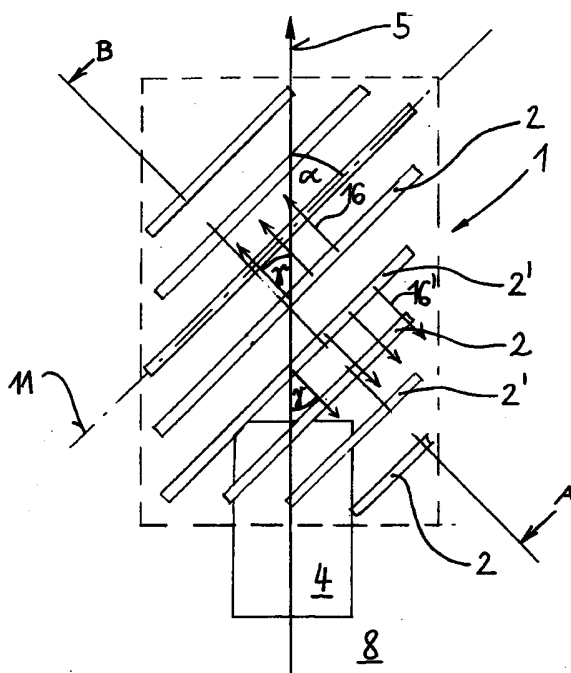
(73) Patentanmelder:

TIGERWERK LACK- UND FARBENFABRIK
GMBH & CO. KG
A-4600 WELS (AT)

(54) **WÄRMEBEHANDLUNGSOFEN**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmebehandlungsofen für auf Objekte aufgebraute, hitze- und/oder UV-härtbare Beschichtungen mit einer Behandlungsstrecke mit Infrarot-Strahlern, deren Abstrahlcharakteristik eine Vorzugsrichtung aufweist, und einer Einrichtung zur Förderung der beschichteten Objekte durch die Behandlungsstrecke entlang einer Förderebene in Förderrichtung, wobei die Vorzugsrichtungen zumindest eines Teils der Infrarot-Strahler jeweils eine Komponente enthalten, die zur Förderrichtung parallel steht.

Um eine homogenere Bestrahlung zu erzielen, sind die Normalprojektionen zumindest eines Teils der Vorzugsrichtungen (6, 6'), die eine zur Förderrichtung (5) parallele Komponente enthalten, in die Förderebene (8) zur Förderrichtung (5) geneigt.



Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmebehandlungsofen für auf Objekte auf-
5 brachte, hitze- und/oder UV-härtbare Beschichtungen mit einer Behandlungsstrecke mit
Infrarot-Strahlern, deren Abstrahlcharakteristik eine Vorzugsrichtung aufweist, und
einer Einrichtung zur Förderung der beschichteten Objekte durch die Behandlungstre-
cke entlang einer Förderebene in Förderrichtung, wobei die Vorzugsrichtungen zumin-
dest eines Teils der Infrarot-Strahler jeweils eine Komponente enthalten, die zur Förder-
10 richtung parallel steht.

Um eine homogenere Bestrahlung zu erzielen, sind die Normalprojektionen zumindest
eines Teils der Vorzugsrichtungen (6, 6'), die eine zur Förderrichtung (5) parallele
Komponente enthalten, in die Förderebene (8) zur Förderrichtung (5) geneigt.

15

(Fig. 1)

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmebehandlungssofen für auf Objekte aufgebrachte, hitze- und/oder UV-härtbare Beschichtungen mit einer Behandlungsstrecke mit Infrarot-Strahlern, deren Abstrahlcharakteristik eine Vorzugsrichtung aufweist, und
5 einer Einrichtung zur Förderung der beschichteten Objekte durch die Behandlungsstrecke entlang einer Förderebene in Förderrichtung, wobei die Vorzugsrichtungen zumindest eines Teils der Infrarot-Strahler jeweils eine Komponente enthalten, die zur Förderrichtung parallel steht.

10 Hitzehärtbare Beschichtungen werden mit zunehmender Häufigkeit unter Verwendung von Infrarotstrahlung gehärtet, was gegenüber der Verwendung von Konvektionswärme zur forcierten Trocknung/Härtung viele Vorteile bietet.

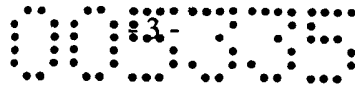
So führt die Verwendung von IR-Strahlung wegen ihrer – verglichen mit der thermischen Härtung durch den Einsatz von Konvektionswärme – hohen Energieübertragungsraten zu drastisch verkürzten Prozesszeiten, was ihre Anwendung bei der Härtung von Beschichtungen vor allem in Coil-Coating-Anwendungen prädestiniert.
15

Doch auch für die Stückbeschichtung ist die Verwendung von Infrarotstrahlung in vielen Anwendungen die bevorzugte oder auch alleinig praktikable Methode. Hitzesensible Substrate wie beispielsweise Holzwerkstoffe, Kunststoffe oder zusammengesetzte Bauteile (beispielsweise Sandwich-Konstruktionen, welche neben hitzeresistenten Elementen auch einen hitzesensiblen Kern aufweisen) können bei Anwendung von Konvektionswärme im Zuge der Aushärtung Schaden nehmen, ehe die Vernetzung des Beschichtungsmaterials abgeschlossen ist. Darüber hinaus weist die Aushärtung von Beschichtungen durch Infrarotstrahlung ein hohes Energie-Sparpotenzial bei massiven, insbesondere die Wärme gut leitenden Teilen auf: diese brauchen zur thermischen Aushärtung einer Beschichtung durch Zufuhr von Konvektionswärme sehr lange, da eine zur Vernetzung der Beschichtung hinreichende Oberflächentemperatur sich erst einstellt, wenn die Teile insgesamt ein hohes Temperaturniveau aufweisen. Nach der Entnahme aus dem Ofen geben solche Teile die Wärme langsam an die Umgebung ab, die aufgenommene Energie geht dabei verloren, da eine Nutzung oft nicht sinnvoll bzw. zu aufwendig ist. Somit ist die Infrarot-Härtung von hitzehärtbaren Beschichtungen auch an Längsprofilen wie beispielsweise Stahlträgern von hohem Interesse.
20
25
30

Eine weitere substratschonende sowie energiesparende Härtungstechnologie von Beschichtungen ist die durch UV-Bestrahlung bewirkte Vernetzung. Energiereiches UV-Licht löst über Photoinitiatoren radikalisch oder kationisch initiierte Umsetzungen an den entsprechend konzipierten Bindemitteln aus. Handelt es sich bei den Beschichtungen um Pulverbeschichtungsmassen, ist aber auch hier – zum Aufschmelzen und Verlaufen/Verfließen des Materials – Wärme erforderlich, die dann aus den zuvor genannten Gründen bevorzugt über Infrarotstrahlung an die Objekte gebracht wird. Es ist einleuchtend, dass eine störungsfreie UV-Härtung von Beschichtungen die entsprechende UV-Durchlässigkeit dieser Beschichtung zur Voraussetzung hat. Diese ist bei transparenten Beschichtungen grundsätzlich erfüllt, bei pigmentierten Systemen jedoch nur bedingt. Dies ist ein Grund, warum die Anwendung der UV-Härtung von Beschichtungen von wesentlich geringerer Bedeutung ist als die durch IR-Strahlung bewirkte Aushärtung hitzehärtbarer Systeme.

Gängige Energieträger zur Erzeugung von Infrarot-Strahlung sind Gas, beispielsweise Erdgas, und elektrischer Strom. Gasstrahler weisen aufgrund des preiswerteren Energieträgers Gas geringere Betriebskosten auf als die mit Strom betriebenen, verursachen im allgemeinen jedoch höhere Investitionskosten. Der Vorzug der elektrischen IR-Strahler liegt in ihrem flinken Regelverhalten, weiters ist wegen der höheren Maximaltemperatur, bis zu welcher diese Strahler betrieben werden können (Halogen-Infrarot-Strahler), ganz besonders kurzwellige IR-Strahlung – sog. NIR – zugänglich.

Die nach dem Stand der Technik verfügbaren gasbetriebenen IR-Strahler decken den kurz-, mittel- und langwelligen IR-Bereich ab. Sie werden in unterschiedlichen Ausführungen angeboten, was sich auf die Wellenlänge der abgegebenen Strahlung sowie ihre Energiedichte auswirkt. Bei den Porenstrahlern wird die Hitze im Inneren eines inerten porösen Körpers erzeugt, die Wellenlänge des Energiemaximums liegt bei ca. $1,7\ \mu\text{m}$, die Energiedichte beträgt rd. $1000\ \text{kW/m}^2$. Bei Metallfaser- und Keramikstrahlern liegt die Wellenlänge des Energiemaximums bei ca. $2,2 - 2,4\ \mu\text{m}$, die erzielbare Energiedichte beträgt zwischen 30 und $250\ \text{kW/m}^2$. Bei den gaskatalytischen IR-Strahlern liegt die Wellenlänge des Energiemaximums zwischen rd. $3,3$ und $6,0\ \mu\text{m}$, es werden ca. $30\ \text{kW/m}^2$ abgegeben. Allen gasbetriebenen IR-Strahlern ist gemeinsam, dass die Strahlungsquelle flächig ist (z. B. poröse Keramik, Metallvlies). Gasbetriebene IR Strahler



weisen eine Abstrahlcharakteristik mit Vorzugsrichtung auf, wobei die Vorzugsrichtung im wesentlichen normal auf die Strahlerfläche steht.

Bei elektrisch betriebenen Strahlern wird im allgemeinen an einen metallischen Glühwendel – beispielsweise aus Wolfram – oder ein Kohlefaserband Spannung angelegt, wodurch dieser Leiter eine mehr oder weniger hohe Temperatur erreicht. Die Kombination von Metallwendeln mit Halogen gestattet es, besonders hohe Betriebstemperaturen zu erreichen; die Wellenlänge des Energiemaximums liegt bei solchen Halogenstrahlern im Bereich von 0,9 bis 1,6 μm , die erzielbare Energiedichte erreicht ca. 150 kW/m^2 , bei wassergekühlten Ausführungen bis 1000 kW/m^2 . Karbonstrahler haben bei ca. 2 bis 3 μm Wellenlänge ihr Energiemaximum, sie ermöglichen Energiedichten bis 150 kW/m^2 . Neben diesen rohrförmigen IR-Strahlern gibt es auch plattenförmige, bei welchen sich Heizwicklungen nach der Art eines Elektroherdes an der Rückseite einer Glas- oder Metallplatte befinden. Sowohl die plattenförmigen, als auch die rohrförmigen Strahler haben – gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Reflektoren – eine Abstrahlung mit gerichtetem, durch eine Vorzugsrichtung beschreibbarem Charakter.

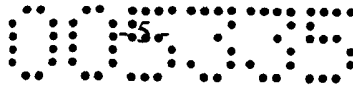
Für die Aushärtung von Beschichtungsmassen auf Stückgut mittels Infrarotstrahlung kann grundsätzlich das Stück in eine mit Strahlern ausgestattete Kammer gebracht und dort bis zum Ende der Aushärtung belassen werden. Die EP 0 270 548 B1 beschreibt einen solchen Wärmebehandlungs-ofen, der als modulares System aufgebaut ist und dessen Innenseiten zumindest teilweise mit reflektierendem Material sowie mit einer Vielzahl von Infrarot-Strahlungsröhren in konzentrischer Anordnung versehen sind. Der Ofen ist weiters mit einem optional heizbaren Umluftsystem ausgestattet, das es erlaubt, den von den Strahlern erzeugten Anteil an Konvektionswärme gleichmäßiger innerhalb dieses Wärmebehandlungsofens zu verteilen.

Aus der Offenbarung dieses Dokuments lässt sich ableiten, dass eine gleichmäßige Bestrahlung von Stückgut nur dann erzielt werden kann, wenn die Geometrie des Ofenraums, von der sich die Strahleranordnung ableitet, der Geometrie der mit Wärme zu behandelnden Stücke entspricht. Eine gewisse Abhilfe, Unterschiede in der Strahlungsintensität auszugleichen, bietet die Mitverwendung der Konvektionswärme, wobei jedoch der zuvor beschriebene Nutzen der Strahlungswärme anteilig reduziert wird.

Besondere Bedeutung hat die Aushärtung von mehr- und insbesondere allseitig aufgetragenen Beschichtungen auf dreidimensionalen Artikeln mit vorwiegend flächiger Ausdehnung, also Platten, die ja prinzipiell als Quader zu betrachten sind. Aus solchen Formaten, beispielsweise aus den Holzwerkstoffen MDF (mittel dichte Faserplatte) oder HDF (hoch dichte Faserplatte) bestehend, werden heutzutage im großen Umfang Möbel gefertigt, die unter anderem in Küchen und Badezimmern, Orte, wo die Teile durch Feuchte und andere Medien stark beansprucht werden, zum Einsatz kommen. Es ist rationell, solche Platten durch Härtungstunnels zu fahren, wobei wegen der Hitzesensibilität des Materials Infrarot-Strahlungshärtung – bzw. Infrarot-Erwärmung im Falle UV-härtbarer Pulverbeschichtungen – zum Einsatz kommen.

Sollen die Platten auf einer der beiden Breitflächen sowie auf ihren Schmalflächen beschichtet werden, kann der Durchlauf durch so eine Härtungsstrecke – auf einem Transportband - liegend vorgenommen werden. Daneben ist – jedenfalls für eine allseits aufgetragene Beschichtung – die vertikale Ausrichtung der Platten in Verwendung, wobei die an Gehängen befestigten Teile durch eine Gasse gefahren werden, die beidseits der Förderstrecke von Strahlern gesäumt ist.

Wie zuvor angedeutet, ist es selbstverständlich erforderlich, dass an solchen Elementen die Beschichtung allseits hochwertig ist, was eine ausreichende Strahlungsintensität zur vollständigen Aushärtung des Beschichtungsmaterials an allen Flächen voraussetzt. Andererseits ist dafür zu sorgen, dass weder das Beschichtungsmaterial noch der betreffende Untergrund durch lokale Überhitzung des Materials zu Schaden kommen. Derartige Schäden können sich beispielsweise in einem Vergilben, der Bildung von Blasen oder sonstigen Aspektänderungen des Überzugs äußern, auch kann sich die mechanische Festigkeit der Beschichtung und/oder des Untergrundes verringern. Zum Zweck einer optimalen Beschichtungsqualität müssen daher alle Flächen der zu beschichtenden Objekte einer angemessenen und vergleichbaren Strahlungsintensität ausgesetzt sein, was an die Anordnung und den Betrieb der Strahler in solchen Härtungsanlagen hohe Anforderungen stellt. Da in der Praxis weiters häufig mit stark unterschiedlichen Plattenformaten gearbeitet wird, müssen Härtungsanlagen mit breiter Verwendbarkeit in dieser Hinsicht ein hohes Maß an Flexibilität aufweisen.



Die US 2004/0234919 A1 beschreibt eine durch hängend befördertes, mit Beschichtungspulver versehenem Plattenmaterial durchfahrbare Härtingsstrecke, welche mit gaskatalytischen IR-Strahlern ausgestattet ist, deren Abstrahlung in einer Vorzugsrichtung erfolgt. In den Ein- und Auslaufbereichen der Kammer befinden sich vertikal angeordnete, zur Förderrichtung geneigte Strahler, welche ins Innere der Kammer weisen und ihre Strahlung sowohl an die zur Förderrichtung senkrecht orientierten stirnseitigen Schmalflächen wie auch an die Breitflächen abgeben. Weiters weist die Kammer im Deckenbereich ins Kammerinnere weisende Strahlerelemente auf, welche zur Förderrichtung parallel sind und zur Senkrechten eine Neigung von rund 30 bis 50°, vorzugsweise 45°, aufweisen (Pulldach-Anordnung) und welche die oben liegende Schmalfläche ebenso wie die Breitflächen bestrahlen. In Analogie dazu sind am Boden spiegelbildlich dazu angeordnete Strahler angebracht, die die unten liegende Schmalfläche ebenso wie die Breitflächen bestrahlen. Letztlich sind noch beidseits der Durchlaufzone, aber in weiterer Entfernung wie die zuvor genannten Strahler, vertikal und parallel zur Förderrichtung angebrachte Strahler vorgesehen, deren Vorzugsrichtungen lediglich die Breitflächen des Objektes treffen. Durch deren größeren Abstand soll eine Überhitzung der Breitflächen, welche ja von den schräg angeordneten Strahlerelementen zumindest in deren Wirkungsbereich ebenfalls bestrahlt werden, verhindert werden. Es können mehrere derartige Kammern in Förderrichtung aneinander gebaut werden, so dass sie einen Härtungstunnel bilden.

Der US 2004/0234919 A1 ist nicht zu entnehmen, ob und wie die Anlage an Platten unterschiedlichen Formats angepasst werden kann, was in jedem Fall eine eingeschränkte Praxistauglichkeit bedeutet. Würde man unterschiedlicher Plattenformate wegen die Position der oben und unten schräg angebrachten Strahler verändern, hätte das jedenfalls auch Einfluss auf die Strahlungsintensität, welche von diesen Positionen aus die Breitflächen der Platten erreicht und würde eine entsprechende Kompensation der geänderten Strahlungsintensität aus den genannten Positionen durch eine entsprechende Änderung der Strahlungsintensität aus den vertikal und parallel zur Förderrichtung angebrachten Strahler durch Änderung ihrer Entfernung zum Stückgut oder ihrer Leistung erfordern. Die Praxis zeigt, dass es in solchen Anlagen sehr mühsam und mitunter unmöglich ist, die Energiedichte an der Oberfläche der Objekte konstant zu halten, wenn Dimensionsunterschiede des Stückgutes eine Änderung der Strahleranordnung und -leistung erfordern.

Die DE 103 40 556 A1 beschreibt Vorrichtungen und Verfahren zum mehr- bzw. allseitigen Aufschmelzen pulvriger Applikationen auf plattenförmigen MDF- und HDF-Werkstoffen, die einer anschließenden UV-Aushärtung zugeführt werden. Der Großteil

5 der graphischen Darstellungen in dem vorgenannten Dokument betrifft Anlagen zum Schmelzen von applizierten Pulvern auf horizontal durch die Anlage bewegten Platten. Bei diesem Anlagentyp sind die Strahler zur Beheizung der Plattenoberfläche – mit entsprechenden Reflektoren versehen – in Längsorientierung zur Förderrichtung an einem höhenverstellbaren Aufnahmegerüst, das eine Anpassung der auf die Plattenober-

10 seite auftreffenden Hitze erlaubt, oberhalb des zu erwärmenden Plattenmaterials angebracht. Zur Beheizung der Schmalflächen, welche längs zur Förderrichtung orientiert sind, dienen entweder parallel dazu angeordnete, mit Reflektoren ausgestattete und ins Anlageninnere weisende Strahler oder auch Spiegel, welche die von oben auf sie treffende Strahlung an diese Schmalflächen lenken. Zur Anpassung an unterschiedliche

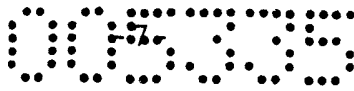
15 Plattenbreiten können diese Strahler bzw. Spiegel senkrecht zur Förderrichtung verstellt werden.

Höheren Aufwand erfordert die adäquate Bestrahlung der innen liegenden Schmalflächen, das sind zum einen die quer (stirnseitig) zur Förderrichtung orientierten Schmal-

20 flächen, und zum andern jene längs zur Förderrichtung orientierten Schmalflächen kleinerer Plattenstücke, wenn diese zur besseren Kapazitätsnutzung nebeneinander auf das Förderband aufgelegt werden. Hier sieht die DE 103 40 556 A1 über Programmsteuerung ein- und aussteuerbare Reflektoren (Spiegel) vor, die an ihrer Aufhängung über Drehpunkte und Gestänge in die optimale Position gebracht werden können.

25 Wenngleich vorgenanntem Dokument zu entnehmen ist, dass die darin geoffenbarten Vorrichtungen allen potenziellen Plattenformaten gerecht werden können, ist ein Betrieb mit stark und häufig variablen Formaten aufwendig und darüber hinaus störungsanfällig; über eine adäquate Steuerung gibt die DE 103 40 556 A1 keine Auskunft. Ein

30 weiterer Nachteil des geoffenbarten Strahlerkonzeptes ist, dass die Ausrichtung der parallel zur Förderrichtung angeordneten, nach unten weisenden Strahler ein streifiges Temperaturprofil auf der Breitfläche der Platte zur Folge hat, was deren Aushärteprofil einen entsprechenden nachteiligen Charakter verleihen kann.



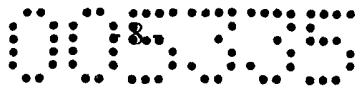
Die in den oben zitierten Druckschriften hinsichtlich Platten angestellten Überlegungen besitzen auch im Zusammenhang mit dem Bestrahlen von Längsprofilen ihre grundsätzliche Gültigkeit, d. h., dass auch hier die Härtung von Beschichtungsmassen durch die Anwendung von Infrarotstrahlung grundsätzlich machbar, aber häufig schwierig zu
5 praktizieren ist.

Es ist daher festzuhalten, dass der Stand der Technik keine einfach und zuverlässig arbeitende Verfahren und Vorrichtungen kennt, um mehr- und insbesondere allseitig auf-
gebrachte hitzehärtbare Beschichtungen auf dreidimensionalen Artikeln mit vorwiegend
10 flächiger oder linearer Ausdehnung durch Infrarotstrahlung rationell und zuverlässig zu härten bzw. UV-härtbare Pulverbeschichtungen vor ihrer Aushärtung durch UV-Strahlung rationell und zuverlässig aufzuschmelzen, ohne dass die beschichteten Objekte oder die betreffenden Überzüge durch lokale Überhitzung Schaden nehmen können bzw. durch lokal unzureichende Erwärmung nur ungenügende Beschichtungsqualität
15 erreichen.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Anordnung von Infrarotstrahlern und entsprechenden Vorrichtungen, mit welchen es möglich ist, mit den genannten Beschichtungen versehene dreidimensionale Artikel mit vorwiegend flächiger bzw. linea-
20 rer Ausdehnung leicht, rationell und in zuverlässiger Weise allseitig einer vergleichbaren Intensität an Infrarotstrahlung auszusetzen, so dass die erfindungsgemäß aufgeschmolzenen bzw. zu härtenden Beschichtungen an allen Objektflächen optimal vernetzt werden können, ohne sie oder den Untergrund lokal thermisch zu überlasten und somit zu schädigen.

25 Erfindungsgemäß wird dies mit einem Wärmebehandlungsofen der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass die Normalprojektionen zumindest eines Teils der Vorrichtungen, die eine zur Förderrichtung parallele Komponente enthalten, in die Förder-
ebene zur Förderrichtung geneigt sind.

30 Durch diese Maßnahme werden mit einem Infrarotstrahler mehrere Flächen eines zu behandelnden Objekts gleichzeitig und homogen bestrahlt, da die Strahlen „doppelt schräg“ verlaufen.



Die Förderebene, die immer parallel zur Förderrichtung orientiert ist, wird durch die Art und Geometrie der Fördereinrichtung bestimmt. Beispielsweise fällt im Falle eines Förderbandes die Förderebene mit der Oberfläche des Förderbandes zusammen. Bei einer
5 hängerkettenartigen Fördereinrichtung wird die Förderebene durch das Gehänge bzw. die herabhängenden Seile, Ketten, Haken und die Förderrichtung aufgespannt. Bei mehreren, eine Ebene aufspannenden Angriffspunkten des Gehänges am Objekt kann diese Ebene als Förderebene definiert werden. Eine Förderebene kann in speziellen Fällen auch eine zur Vertikal- bzw. Horizontalebene geneigte Ebene sein, wenn beispielsweise
10 die Angriffspunkte des Objektes in dieser Ebene liegen.

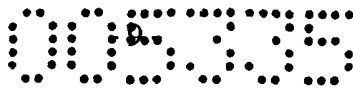
Wenn die IR-Strahler auf Paneelen angeordnet sind, die parallel zur Förderrichtung verlaufen, sind die Vorzugsrichtungen schräg sowohl in Bezug auf die Förderrichtung, als auch in Bezug auf die Normale der Paneelebene.

15

Unter einem Infrarot-Strahler, dessen Abstrahlcharakteristik eine Vorzugsrichtung aufweist, wird vorliegendenfalls ein Infrarot-Strahler verstanden, bei dem die emittierten IR-Strahlen in einem Winkelbereich um eine bevorzugte Richtung gebündelt sind oder im wesentlichen parallel zu dieser Richtung verlaufen. Es kann sich dabei sowohl um
20 Infrarotquellen handeln, die bereits allein aufgrund Ihrer Art und Form eine gebündelte Abstrahlcharakteristik aufweisen, als auch um Infrarotquellen mit ungebundelter Abstrahlcharakteristik, die jedoch mit Reflektoren, Spiegeln, Blenden u.dgl. versehen sind und deren Abstrahlung dadurch gleichfalls eine durch eine Vorzugsrichtung gekennzeichnete Charakteristik erhalten. Zu erstgenannten zählen beispielsweise gaskatalytische IR-Strahler mit flächiger Form. Bei elektrischen, beispielsweise röhrenförmigen
25 IR-Quellen, sind zur Erzielung einer Vorzugsrichtung zusätzlich Reflektoren notwendig.

Die Infrarot-Strahler sind an einem oder mehreren Paneelen befestigt, die sich im wesentlichen parallel zur Förderrichtung erstrecken. In bevorzugter Weise sind die Paneele
30 jeweils parallel zu den Hauptebenen der zu beschichtenden Objekte orientiert.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die Infrarot-Strahler entlang von Längsachsen angeordnet, die zueinander im wesentlichen parallel und zur Förderrichtung geneigt sind.

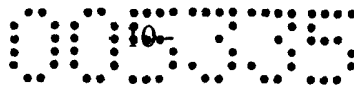


In einer weiteren Ausgestaltung umfassen die Infrarot-Strahler rohrförmige Infrarotquellen und im wesentlichen parallel zu diesen verlaufende Reflektoren.

- 5 Die länglichen Infrarot-Strahler sind innerhalb eines Paneels im wesentlichen parallel zueinander und schließen mit der Förderrichtung einen Winkel ein, der zwischen 20° und 70° beträgt. Vorzugsweise liegt dieser Winkel zwischen 30° und 60° , insbesondere bevorzugt zwischen 40° und 50° .
- 10 In einer Variante sind die Infrarot-Strahler alternierend nach schräg vorne bzw. nach schräg hinten gekippt, wobei ihre Auslenkungen aus der Normalrichtung zur Paneel-ebene bzw. zur Hauptebene der Objekte einen Winkel von etwa $55 \pm 30^\circ$, vorzugsweise $\pm 15^\circ$, besonders bevorzugt $\pm 5^\circ$ aufweisen.
- 15 Eine konkrete Ausführung der erfindungsgemäßen Strahlerkonfiguration zur allseits gleichmäßigen Aushärtung von allseits appliziertem Beschichtungsmaterial an Platten, welche hängend durch eine Härtingsstrecke gefördert werden, kann also folgendermaßen aussehen:
- 20 Links und rechts der Förderebene der Platten befinden sich vertikal angebrachte Heizungspaneel, also flächige Elemente, an welchen die Infrarot-Strahlereinheiten angebracht sind. Unter Infrarot-Strahler soll im Kontext der gegenständlichen Anmeldung eine IR-Strahlung emittierende Infrarotquelle gegebenenfalls mit einem dazugehörigem Reflektor verstanden werden. Durch einen entsprechend ausgebildeten Reflektor und
- 25 entsprechende Anordnung der Infrarotquelle relativ zum Reflektor erhält die Abstrahlcharakteristik eine Vorzugsrichtung, um die die emittierten IR-Strahlen in einem Winkelbereich gebündelt sind.

Die Längsachsen der einzelnen Strahlereinheiten sind parallel zueinander, wobei sie

30 erfindungsgemäß zur Förderrichtung geneigt sind, vorzugsweise um etwa 45° , im konkreten Falle also von vorne unten nach hinten oben verlaufen mögen. Nach einem weiteren erfindungsgemäßen Merkmal sind die einzelnen Strahlereinheiten, eigentlich deren Vorzugsrichtungen, aus der Richtung des Normalabstandes zur Plattenebene alternierend um etwa 55° schräg nach vorne – und somit bei dieser konkreten Ausführung



auch nach oben (somit also schräg in Richtung zum Eingang des Wärmebehandlungs-
ofen) – bzw. um etwa 55° schräg nach hinten – und somit bei dieser konkreten Ausführ-
ung auch nach unten (somit also schräg in Richtung Ausgang des Wärmebehandlungs-
ofen) – gedreht.

5

Tritt nun eine allseits beschichtete, hängend befestigte Platte durch Förderung in die
erfindungsgemäße Härtingsstrecke ein, werden zunächst durch die schräg nach
vorne/oben orientierten Strahlereinheiten die beiden Breitflächen sowie die sich in För-
derrichtung gesehen stirnseitig vorne befindliche Schmalfläche und die untere Schmal-
fläche bestrahlt. Im Zuge der weiteren Förderung gerät die Platte nunmehr in den Wirk-
bereich der nach hinten/unten orientierten Strahlereinheiten, wobei wiederum die beiden
Breitflächen sowie nunmehr die obere Schmalfläche sowie die – sofern schon in die
Härtingsstrecke eingetreten – sich in Förderrichtung stirnseitig hinten befindliche
Schmalfläche bestrahlt werden.

15

Das obige Konzept zur Orientierung der Infrarot-Strahlereinheiten sieht also vor, dass
das linke Strahlerpaneel permanent Strahlung an die linke Breitfläche abgibt, die
Schmalflächen aber nur alternierend paarweise erreicht. Das rechte Strahlerpaneel wie-
derum gibt permanent Strahlung an die rechte Breitfläche ab und bestrahlt weiters die –
auch vom linken Strahlerpaneel alternierend paarweise erreichten – Schmalflächen al-
ternierend paarweise. So ist sichergestellt, dass plattenförmige Körper und ebenso drei-
dimensionale Artikel mit vorwiegend linearer Ausdehnung an allen Seiten gleicher Inf-
rarot-Strahlereinwirkung ausgesetzt sind, was eine wesentliche Voraussetzung dafür ist,
Beschichtungen auf solchen Objekten allseits gleichmäßig zu erhitzen, also weder an
einzelnen Stellen unter Beschädigung von Beschichtung und/oder Untergrund zu über-
hitzen (verbrennen) noch an einzelnen Stellen zu unterbrennen (mit der Folge, dass die
Beschichtung lokal ungenügend eingebrannt wird).

30

Anstatt die Strahlerelemente, wie zuvor beschrieben, in den Heizungspaneelen von
vorne/unten nach hinten/oben zu orientieren, kann es erfindungsgemäß natürlich ebenso
gut genau umgekehrt, also von vorne/oben nach hinten/unten erfolgen.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es möglich, die
Strahler in den beiden Heizungspaneelen so anzuordnen, dass sich die Strahler nicht

paarweise gegenüber befinden, sondern quasi auf „Lücke“ stehen bzw. gegeneinander versetzt sind, damit, wenn ein Strahler des linken Heizungspaneels ein bestimmtes Element einer Schmalfläche mit voller Leistung bestrahlt, dies nicht zeitgleich auch von einem Strahler des rechten Heizungspaneels bewirkt wird, und umgekehrt. Der rechte

5 Strahler kommt an diesem Flächenelement erst dann zur größten Wirkung, wenn das linke Heizungselement gerade ein Leistungsminimum anzubieten hat, und umgekehrt.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung hinsichtlich der alternierend gedrehten Strahlereinheiten ist es möglich, einer nach vorne gedreht beginnenden

10 Orientierung der Strahlereinheiten im linken Heizungspaneel eine nach hinten gedrehte Orientierung der entsprechenden Strahlereinheit im rechten Heizungspaneel gegenüberzustellen, bzw. umgekehrt. Durch eine derartige Strahleranordnung ergibt sich eine simultane Bestrahlung aller Schmalflächen mit dem Vorteil einer zeitlich sehr homogenen Strahlungsintensität an diesen.

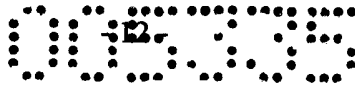
15 In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform zur erfindungsgemäßen Anordnung sind die Längsachsen der Strahlereinheiten in den beiden Heizungspaneelen um 90° gegeneinander verdreht, was ebenso wie die vorgenannte Anordnung zu einem besonderen zeitlichen Gleichmaß der Strahlungsintensität an allen Schmalflächen führt.

20 In einer bevorzugten Variante, in der wiederum von zwei Paneelen ausgegangen wird, weisen alle IR-Strahler des einen Paneels eine gemeinsame Vorzugsrichtung auf, während alle IR-Strahler des anderen Paneels ebenfalls eine gemeinsame Vorzugsrichtung aufweisen. Die beiden Vorzugsrichtungen der beiden Paneele können nun derart orientiert sein, dass sie zueinander parallel aber jeweils in entgegengesetzte Richtung weisen.

25 Auf diese Weise kann ein quaderförmiges Objekt mit seinen einen Flächen parallel zur Förderebene und seinen anderen Flächen normal zur Förderrichtung orientiert mit IR-Strahlen behandelt werden, die aus nur zwei Vorzugsrichtungen kommen. Aus diesem Ausführungsbeispiel geht besonders gut hervor, dass der konstruktive Aufwand, die

30 Anzahl von IR-Strahlern bzw. Paneelen mit der erfindungsgemäßen Maßnahme minimiert werden kann.

Sollen die plattenförmigen Objekte nur an einer ihrer Breitflächen sowie an allen Schmalflächen mit einer durch Infrarotstrahlung zu behandelnden Beschichtung verse-



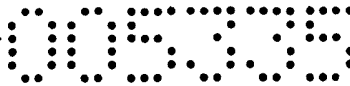
hen werden, kann eines der beiden Heizungspaneel entfallen. Damit in diesem Falle die Schmalflächen der plattenförmigen Körper ausreichend Strahlungsintensität erhalten können, empfiehlt es sich hier, die Strahlereinheiten zugunsten der Seitenflächen schräger zur beschichteten Breitfläche (die ohnehin permanent bestrahlt wird) zu orientieren, damit diese von den einzelnen Strahlereinheiten weniger Energie-Intensität als die Schmalflächen erhält, und den geringeren Energieeintrag durch eine höhere Strahlerleistung des einen Heizungspaneels oder eine geringere Fördergeschwindigkeit (längere Verweildauer) der Platten zu kompensieren. In diesem Fall ist neben der vertikalen Anordnung des Heizungspaneels auch eine horizontale möglich.

10

Bedenkt man, dass gängige Materialien wie beispielsweise MDF (mitteldichte Faser) - Platten unterschiedliche Materialdichte aufweisen (sie sind an der Oberfläche wesentlich dichter als in ihrem Inneren), kann es zweckmäßig sein, das Aufheizen von Beschichtungsmassen an den unterschiedlichen Flächen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit vorzunehmen. Trotz minimierter Hitzebelastung ist beispielsweise ein gewisses Ausgasen dieser Holzwerkstoffe, das an den Schmalflächen (geringere Dichte) früher einsetzt als an den Breitflächen, nicht gänzlich vermeidbar. Daher ist es beispielsweise für hitzehärtbare Pulverbeschichtungen an solchen Holzwerkstoffen durchaus vorteilhaft, die Aushärtung an den Schmalflächen besonders rasch erfolgen zu lassen, damit die Beschichtungen an diesen Stellen schon solide genug sind, um einem beginnenden Ausgasen zu widerstehen. An den Breitflächen ist die Gefahr des Ausgasens geringer, andererseits ist es wünschenswert, dass die Beschichtungen hier besonders gut verlaufen können, ehe sie aushärten, d.h., hier ist eine etwas langsamere Aushärtung durchaus von Vorteil. Ein weiteres Beispiel für Platten mit inhomogenem thermischen Verhalten sind beispielsweise Sandwich-Konstruktionen wie beispielsweise Kombinationen aus Strukturschaum und Metall.

Im Falle solch anisotropen Verhaltens von zu beschichtenden Objekten ist es von großem Vorteil, dass die erfindungsgemäßen Strahleranordnungen bzw. Vorrichtungen eine einfache Anpassung an den unterschiedlichen Wärmebedarf der unterschiedlichen Flächen durch Adaptieren der Neigung der Strahlereinheiten an das zu beschichtende Objekt erlauben.

30



Selbstverständlich ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich, mehrere Heizungspaneel im Zuge einer Erwärmungsstrecke hintereinander zu schalten. So ist es beispielsweise möglich, in einem ersten Abschnitt einer solchen Strecke durch eine hohe Strahlerleistung ein rasches Erhitzen und ggf. Aufschmelzen einer Beschichtungsmasse zu bewirken, während ein zweiter Abschnitt mit geringerer Strahlerleistung dazu dient, die im ersten Abschnitt rasch erreichte Temperatur aufrecht zu erhalten.

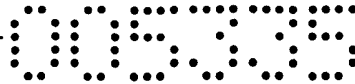
Weiters ist es möglich, einer erfindungsgemäßen IR-Strahleranordnung (ein- oder mehrteilig) eine UV-Härtungsanlage folgen zu lassen, was eine wirksame Anordnung zur Verarbeitung UV-härtbarer Pulverbeschichtungen darstellt.

Die erfindungsgemäße Anordnung von Infrarot-Strahlern und die entsprechenden Vorrichtungen eignen sich jedoch nicht nur zum Aufschmelzen und/oder Aushärten von Beschichtungen auf simplen rechteckigen Platten oder Längsprofilen: es können selbstverständlich auch beschichtete Zuschnitte mit anderer als rechteckiger oder quadratischer Form verarbeitet werden. Genauso gut wie geschlossene Objekte können auch solche mit Öffnungen verarbeitet werden, beispielsweise Rahmen oder Platten mit Ausnehmungen, egal ob diese durchgängig sind oder nicht.

Erwähnt sei, dass es nach dem Stand der Technik zahlreiche Reflektorgeometrien – beispielsweise polygonale, parabolische oder ellipsoide Querschnitte – gibt, auf die bei der Realisierung der erfindungsgemäßen Infrarot-Strahleranordnung Bedacht genommen werden sollte und die, mit Vorteil genutzt, verwendet werden können, um die Vorteile, welche das Konzept bietet, bestmöglich auszunützen.

Es zeigt sich also, dass das erfindungsgemäße Konzept zur Anordnung von Infrarot-Strahlereinheiten zum Zwecke des Aufschmelzens und/oder Aushärtens von Beschichtungsmassen ganz erhebliche Vorteile gegenüber dem Stand der Technik aufweist.

- Es entfallen komplizierte, jeweils der Geometrie des Einzelstückes konkret anzupassende Strahleranordnungen, darüber hinaus auch in aufwendiger Weise zu bewegende Teile (Strahler, Spiegel), welche manuell oder elektronisch gesteuert der konkreten Einzelsituation angepasst werden müssen.



- Es entfallen die mit solchen Konzepten einhergehenden, da bei entsprechender Vielfalt an Plattenformaten nicht gänzlich vermeidbaren, Unterschiede der Strahlungsintensität an den verschiedenen Flächen einer Platte.

- 5
- Aufgrund der besonders gleichmäßigen und bestens dosierbaren Strahlungsintensität ist es möglich, auch bei komplizierter geformten Teilen hochenergetische kurzwellige IR-Strahlung bzw. NIR (= nahes Infrarot)- Strahlung zu verwenden, was zu erheblichen Zeiteinsparung im Zuge der thermischen Behandlung dieser Teile führen kann.

10

- Die durchgängige Neigung, vorzugsweise 45°-Orientierung der Strahler zur Förderrichtung der zu behandelnden Teile verhindert zuverlässig, dass sich Intensitätsunterschiede des Strahlungsfeldes als Erwärmungsunterschiede (z. B. Streifenbildung) bei den behandelten Teilen manifestieren.

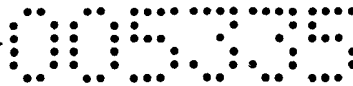
15

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 die Anordnung von Infrarot-Strahlern auf einem erfindungsgemäßen Heizpaneel, die Fig. 2 eine Schnittdarstellung entlang A-B gemäß Fig. 1, die Fig. 3 eine schematische Darstellung der Anordnung eines Heizpaneels in einem erfindungsgemäßen Wärmebehandlungssofen in Förderrichtung betrachtet, die Fig. 4 eine schematische Darstellung der Anordnung von zwei Heizpaneelen in einem erfindungsgemäßen Wärmebehandlungssofen in Förderrichtung betrachtet, die Fig. 5 Vorzugsrichtungen gemäß dem Stand der Technik, die Fig. 6 und 7 Varianten erfindungsgemäßer Vorzugsrichtungen in verschiedenen Projektionen, Die Fig. 8 die Normalprojektionen der Vorzugsrichtungen in die Förderebene.

25

Fig. 1 zeigt ein beschichtetes Objekt 4, welches entlang der Förderrichtung 5 durch die Behandlungsstrecke eines erfindungsgemäßen Wärmebehandlungssofens befördert wird. Mit 8 ist die Förderebene bezeichnet, entlang derer das zu behandelnde Objekt unterhalb des Heizpaneels durch den Ofen befördert wird. Oberhalb der Förderstrecke befindet sich ein Heizpaneel 1, welches im wesentlichen parallel zur Förderebene 8 steht und an dem längliche Infrarot-Strahler 2, 2' angeordnet sind. Um die erfindungsgemäße Anordnung der Infrarot-Strahler am Heizpaneel 1 von oben übersichtlich darstellen zu

30

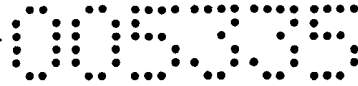


können, ist die Außenkontur des Heizpaneels 1 nur strichliert dargestellt. Die längliche Form aufweisenden Infrarot-Strahler 2, 2' setzen sich jeweils zusammen aus einer rohrförmigen Infrarotquelle 12 und einem der Infrarotquelle zugeordneten Reflektor 13, der sich ebenfalls in Längsrichtung der Infrarotquelle erstreckt (Figur 2). Durch den Reflektor 13 wird das von der Infrarotquelle emittierte Licht auf einen vorgegebenen eingeschränkten Winkelbereich gebündelt. Durch die Bündelung der Infrarotstrahlen in einen Winkelbereich ergibt sich jeweils eine Vorzugsrichtung 6, 6' für eine Infrarotstrahlereinheit, wie in Fig. 2 schematisch dargestellt. Wie bereits eingangs erwähnt besitzen auch andere Arten von IR-Strahlern, beispielsweise flächige, eine Vorzugsrichtung und können daher ebenfalls eingesetzt werden.

Innerhalb eines Heizpaneels 1 sind die Längsachsen 11 der Infrarotquellen zueinander im wesentlichen parallel orientiert. In der vorliegenden erfindungsgemäßen Variante sind nun die Längsachsen 11 der Infrarotquellen bzw. Infrarotstrahlereinheiten um einen Winkel α zur Förderrichtung 5 geneigt. Der Winkel α liegt dabei im Bereich zwischen 20° und 70° , vorzugsweise zwischen 30° und 60° , insbesondere bevorzugt zwischen 40° und 50° . In der dargestellten Ausführung beträgt dieser Winkel etwa 45° .

Fig. 1 zeigt auch die Normalprojektionen 16, 16' der Vorzugsrichtungen 6, 6' in die Paneelebene. Der Übersichtlichkeit halber sind die Vorzugsrichtungen 6, 6' exemplarisch und nicht für jeden IR-Strahler eingezeichnet. Erfindungsgemäß sind nun die Normalprojektionen 16, 16' (d.h. die Projektion erfolgt entlang einer auf die Ebene normal stehenden Geraden) der Vorzugsrichtungen 6, 6' in die Paneelebene zur Förderrichtung 5 geneigt. Die Normalprojektionen 16, 16' stehen zueinander im wesentlichen parallel. Der Winkel γ , den die in die Paneelebene projizierten Vorzugsrichtungen mit der Förderrichtung 5 einschließen, liegt dabei im Bereich zwischen 20° und 70° , vorzugsweise zwischen 30° und 60° , insbesondere bevorzugt zwischen 40° und 50° . In der dargestellten Ausführungsform, bei der dieser Winkel 45° beträgt, ist der Winkel γ folglich gleich groß wie der Winkel α .

Das in Fig. 1 dargestellte Beispiel stellt eine bevorzugte Ausführung dar, jedoch ist die Anordnung der Infrarot-Strahler jeweils entlang von Geraden 11 nicht zwingend. Vielmehr kommt es auf die Orientierung der Vorzugsrichtungen 6, 6' im Raum an. Eine



erfindungsgemäße Orientierung der Vorzugsrichtungen 6, 6' kann grundsätzlich durch eine Vielzahl von Strahleranordnungen erreicht werden.

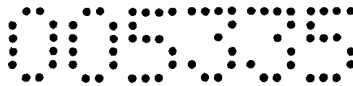
Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung entlang dem Schnitt A-B gemäß der Fig. 1, der normal zur Längsachse 11 der Infrarot-Strahler verläuft. Aus Fig. 2 ist zu erkennen, dass die Vorzugsrichtungen 6 bzw. 6' der Infrarot-Strahler zur Normalen 7 auf die Paneelfläche (die Normale 7 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel auch eine Normale auf die Förderebene) geneigt sind. Es sind zwei Gruppen von Infrarot-Strahlern vorgesehen, wobei die eine Gruppe aus Infrarot-Strahlern 2 besteht, deren Vorzugsrichtung 6 eine Komponente enthält, die in Förderrichtung 5 weist, und die andere Gruppe aus Infrarot-Strahlern 2' besteht, deren Vorzugsrichtung 6' eine Komponente enthält, die gegen die Förderrichtung 5 weist.

In bevorzugter Ausführungsform schließen die Vorzugsrichtungen 6, 6' mit der Normalen auf die Paneelfläche jeweils einen Winkel β bzw. β' ein, der vorzugsweise zwischen 25° und 85° , besonders bevorzugt zwischen 40° und 70° , ganz besonders bevorzugt zwischen 50° und 60° , beispielsweise bei 55° , liegt. Es ist nicht unbedingt erforderlich, dass die beiden Winkel β und β' gleich groß sind. Je nach der Geometrie des zu behandelnden Objektes können diese auch unterschiedlich sein.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung und Orientierung der Infrarotstrahlereinheiten auf dem Heizpaneel können auch die Seitenflächen des Objektes behandelt werden, ohne das zusätzlich seitliche, vertikal stehende Heizpaneele benötigt werden.

Fig. 3 zeigt eine Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Wärmebehandlungsofens, bei dem die Förderebene 8 eine Horizontalebene ist und das zu behandelnde Objekt 4 auf einem Förderband 9 unterhalb des Paneels 1 durch den Ofen befördert wird.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines Wärmebehandlungsofens, bei dem das zu behandelnde Objekt auf einem Gehänge 10, beispielsweise Seilen, Ketten, Haken, od. dgl., aufgehängt ist und entlang einer vertikal stehenden Förderebene 8 durch die Behandlungsstrecke geführt wird. Seitlich des zu behandelnden Objekts ist jeweils ein Heizpaneel 1 im wesentlichen parallel zur Förderebene 8 angeordnet. In Folge der schräg verlaufenden Strahlen werden nun nicht nur die Hauptflächen des beschichteten Objekts erreicht, sondern auch die Stirnflächen.

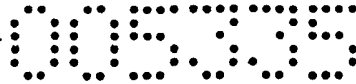


Da es bei der Orientierung der Vorzugsrichtungen nicht unbedingt auf die Lage der Panneebene oder eine Anordnung der IR-Strahler auf einem Paneel ankommt, sondern darauf, wie die IR-Strahlen auf die zu beschichtenden Objekte treffen, wird im folgenden das oben beschriebene Ausführungsbeispiel verallgemeinert. Zu diesem Zweck werden die Vorzugsrichtungen in Bezug zur Förderrichtung und zur Förderebene gestellt.

Die Förderebene, die verständlicherweise parallel zur Förderrichtung orientiert ist, wird im wesentlichen durch die Art und die Geometrie der Fördereinrichtung definiert. Im Falle eines Förderbandes 9 (Fig. 2 und 3) entspricht die Förderebene 8 der Auflagefläche des Förderbandes 9. Im Falle eines Gehänges 10 (Fig. 4) ist die Förderebene 8 vertikal orientiert und steht parallel zu den Seilen des Gehänges. Im speziellen Fall kann es sich bei der Förderebene auch um eine zur die Förderrichtung enthaltenden Vertikalebene geneigte Ebene handeln. Eine Definition der Förderebene kann dann über die Aufhängungspunkte bzw. Berührungspunkte zwischen Fördereinrichtung und zu behandelndem Objekt erfolgen.

In bevorzugter Ausführungsform steht das Heizpaneel 1 im wesentlichen parallel zur Förderebene 8 (Fig. 2). Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn plattenförmige Objekte der Wärmebehandlung unterzogen werden. Bei Objekten abweichender Form z.B. mit zur Förderebene schrägen Flächen, können die Heizpaneele auch anders als parallel zur Förderebene orientiert werden.

Um nun ein entlang der Förderebene bewegtes Objekt gleichmäßig und möglichst von allen Seiten bestrahlen zu können, enthalten nun die Vorzugsrichtungen eine Komponente, die zur Förderrichtung parallel ist. Es erfolgt somit auch eine Bestrahlung der vorderen und/oder der hinteren Stirnflächen des Objektes. Zusätzlich dazu weisen die erfindungsgemäßen Vorzugsrichtungen folgende Eigenschaft auf: Bei einer Normalprojektion der Vorzugsrichtungen 6, 6' in die Förderebene 8 sind die Projektionen zur Förderrichtung 5 geneigt. Diese Eigenschaft der Vorzugsrichtungen ist aus Fig. 8 ersichtlich: Die Förderebene 8 ist in Draufsicht dargestellt. Exemplarisch sind die Normalprojektionen 16, 16' der Vorzugsrichtungen 6, 6' eingezeichnet. Mit γ bzw. γ' ist jener Winkel bezeichnet, den eine Normalprojektion mit der Förderrichtung 5 ein-



schließt. Im dargestellten Beispiel sind alle Winkel γ , γ' gleich groß und betragen 45° . Grundsätzlich können jedoch die einzelnen Normalprojektionen 16, 16' unterschiedliche Winkel mit der Förderrichtung 5 einschließen.

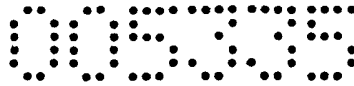
- 5 Ein Würfel, bei dem zwei gegenüberliegende Flächen auf die Förderrichtung 5 normal stehen und zwei weitere gegenüberliegende Flächen zur Förderebene 8 parallel stehen, wird durch die erfindungsgemäße Orientierung der Vorzugsrichtungen derart bestrahlt, dass mit einer einzigen Vorzugsrichtung drei Flächen des Würfels gleichzeitig erreicht werden. Als verdeutlichendes Beispiel sei eine Vorzugsrichtung gegeben, die parallel
- 10 zur Raumdiagonalen des Würfels orientiert ist. Mit einer weiteren Vorzugsrichtung, die aus genau entgegengesetzter Richtung kommt, lassen sich alle 6 Flächen des Würfels bestrahlen.

- Um eine möglichst homogene Bestrahlung zu gewährleisten sind die Normalprojektio-
- 15 nen der Vorzugsrichtungen 6, 6' in die Förderebene 8 zueinander im wesentlichen parallel.

- Um eine Bestrahlung aller Flächen zu erreichen enthält die Vorzugsrichtung 6 einer Gruppe von Infrarot-Strahlern 2 eine Komponente, die in Förderrichtung 5 weist, und
- 20 die Vorzugsrichtung 6' einer anderen Gruppe von Infrarot-Strahlern 2' eine Komponente, die gegen die Förderrichtung 5 weist.

- Vorzugsweise ist jeweils ein Infrarot-Strahler 2 der einen Gruppe neben einem Infrarot-
- 25 strahler 2' der anderen Gruppe angeordnet.

- Bezüglich der bevorzugten Neigungswinkel gilt dasselbe wie beim zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel, da ja dort die Paneelebene parallel zur Förderebene orientiert war. Auf eine gesonderte Fig. wird daher verzichtet. Die Normalprojektionen sind dieselben, nur werden sie im folgenden auf die Förderebene bezogen. Somit wäre der Winkel γ ,
- 30 den die Normalprojektionen der Vorzugsrichtungen 6, 6' in die Förderebene mit der Förderrichtung 5 einschließen, zwischen 20° und 70° , vorzugsweise zwischen 30° und 60° , insbesondere bevorzugt zwischen 40° und 50° .



Der Winkel β , β' , den die Vorzugsrichtungen 6, 6' mit der Normalen 7 auf die Förder-
ebene einschließen, liegt zwischen 25° und 85° , besonders bevorzugt zwischen 40° und
 70° , ganz besonders bevorzugt zwischen 50° und 60° .

5 Es ist nicht notwendig, dass alle IR-Strahler des Wärmebehandlungsofens eine erfin-
dungsgemäße Orientierung der Vorzugsrichtungen aufweisen. So können zusätzlich zu
den oben beschriebenen erfindungsgemäßen Vorzugsrichtungen auch herkömmlich ori-
entierete IR-Strahler vorgesehen sein.

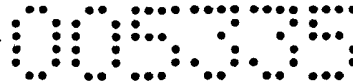
10 Wie bereits eingangs erwähnt müssen die Infrarot-Strahler verschiedener Heizpaneele
nicht dieselbe Orientierung besitzen. So ist es möglich, dass die Längsachsen der Infrac-
rotquellen auf dem einen Paneel um etwa 90° zu den Längsachsen der Infrarotquellen
auf dem anderen Paneel geneigt sind. Auch wäre es denkbar, die Infrarotquellen beider
Paneele parallel zueinander anzuordnen, jedoch jeweils zueinander versetzt.

15

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern
enthält unzählige Varianten. Die Strahlereinheiten müssen nicht in einem durchgehend
von einem Ende des Heizpaneels zum anderen sich erstrecken, sondern können jeweils
durch Aneinanderreihung kürzer ausgebildeter Infrarot-Strahler gebildet werden. Auch
20 die Reflektoren müssen nicht unbedingt durchgehend ausgebildet sein. Die Erfindung
wurde anhand länglicher und rohrförmiger Infrarotquellen beschrieben, jedoch können
auch Infrarotquellen mit anderen Formen eingesetzt werden, beispielsweise mit mehr
flächigem Charakter, wie z.B. bei gasbetriebenen IR-Quellen. Diese wären dann jeweils
entlang einer Geraden bzw. Längsachse nebeneinander angeordnet.

25

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind die einzelnen Infrarot-Strahler in
Bezug auf das Heizpaneel 1 verschwenkbar, und zwar um eine Achse, die sich parallel
zur Längsachse 11 erstreckt. Dadurch können die Winkel β , β' zur Normalen 7 verän-
dert werden und dadurch der Einstrahlwinkel auf das Objekt. Dies kann beispielsweise
30 über eine Steuerung erfolgen, die mit einzelnen Schrittmotoren zusammenwirkt, die die
Infrarot-Strahler verschwenken. Die Verschwenkung kann jeweils für einen Strahler
einzeln erfolgen oder jeweils auf ein Strahlerpaar wirken. Wie in Fig. 2 dargestellt be-
steht ein derartiges Strahlerpaar aus einem Strahler 2 und einem Strahler 2'.



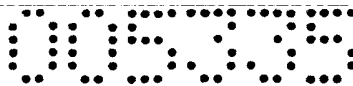
Es können auch mehr als ein oder zwei Paneele vorgesehen sein. Auch können mehrere nebeneinander angeordnete Paneele gegebenenfalls mit unterschiedlicher Strahleranordnung und -orientierung vorgesehen sein.

- 5 Im Folgenden sollen jene Varianten in einer allgemeinen Formulierung zusammengefasst werden, bei denen die erfindungsgemäßen Vorzugsrichtungen nicht ausschließlich parallel zueinander verlaufen.

- 10 Die Fig. 5 bis 7 enthalten jeweils ein kartesisches Koordinatensystem, in dem zwei Vorzugsrichtungen 6, 6' eingezeichnet sind. Das Koordinatensystem ist so gelegt, dass die z-Achse mit der Förderrichtung 5 zusammenfällt.

- 15 Fig. 5 zeigt zwei Vorzugsrichtungen 6, 6' gemäß dem Stand der Technik. Nur der Einfachheit halber wurden sie als Zeigerpaar dargestellt, selbstverständlich müssen die Vorzugsrichtungen 6, 6' nicht vom selbem Punkt ausgehen, sie können in beliebiger Weise parallel verschoben sein. Die Vorzugsrichtungen 6, 6' weisen jeweils eine Komponente auf, die zur Förderrichtung 5 parallel ist. Ein weiteres Merkmal dieser dem Stand der Technik zuordenbaren Orientierung der Vorzugsrichtungen besteht darin, dass eine, die Förderrichtung 5 enthaltende Ebene existiert, für die folgendes gilt: Bei einer Normalprojektion der Vorzugsrichtungen 6, 6' in diese Ebene (also einer Projektion entlang einer auf die Ebene normal stehenden Geraden 15) sind die Projektionen 16, 16' parallel zur Förderrichtung 5. Im dargestellten Fall wäre diese Ebene die xz- Ebene.

- 25 Fig. 6 zeigt die Orientierung zweier Vorzugsrichtungen 6, 6' gemäß der Erfindung. Die Vorzugsrichtung 6 besitzt eine Komponente, die in Förderrichtung 5, also in z-Richtung, weist, eine Komponente, die in x-Richtung weist, und eine Komponente, die in die negative y-Richtung weist. Die Vorzugsrichtung 6' besitzt eine Komponente, die entgegen die Förderrichtung 5, also in negative z-Richtung, weist, eine Komponente, die in negative x-Richtung weist, und eine Komponente, die in die negative y-Richtung weist.
- 30 Wie bereits bei Fig. 5 erwähnt dient die Wahl der Vorzugsrichtungen in Form eines Zeigerpaares lediglich dem einfacheren Verständnis. Die Normalprojektionen 16 und 16' in die xz-Ebene sind zur Förderrichtung 5 geneigt.



Die erfindungsgemäße Orientierung der Vorzugsrichtungen 6, 6' hat nun zur Folge, dass nunmehr keine, die Förderrichtung 5 enthaltende Ebene existiert, in der alle Normalprojektionen 16, 16' der Vorzugsrichtungen parallel zur Förderrichtung 5 stehen. Vielmehr ist immer ein Teil der Projektionen zur Förderrichtung 5 geneigt.

5

Fig. 7 zeigt dieselbe Orientierung der Vorzugsrichtungen wie Fig. 6, jedoch werden nun die Vorzugsrichtungen 6, 6' in eine andere, zur xz-Ebene geneigte Ebene E projiziert, die jedoch ebenfalls die Förderrichtung 5 enthält. In dieser Ebene E ist nun zwar die Normalprojektion 16 der einen Vorzugsrichtung 6 parallel zur Förderrichtung 5 (bzw. z-Achse), aber die Normalprojektion 16' der anderen Vorzugsrichtung 6' ist zur Förderrichtung 5 geneigt.

10

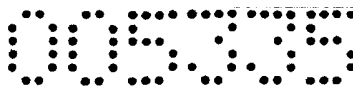
In Ihrer allgemeinen Form sind die obigen Varianten der Erfindung daher durch das Merkmal beschreibbar, dass einerseits die Vorzugsrichtungen zumindest eines Teils der Infrarot-Strahler jeweils eine Komponente enthalten, die zur Förderrichtung parallel steht, und andererseits, dass bei einer Normalprojektion der Vorzugsrichtungen 6, 6', die eine zur Förderrichtung 5 parallele Komponente enthalten, in jede beliebige, die Förderrichtung 5 enthaltende Ebene immer zumindest ein Teil der Projektionen zur Förderrichtung 5 geneigt ist.

15

20

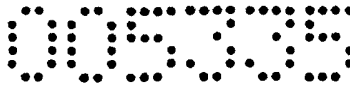
Diese Formulierung schließt mit ein, dass zusätzlich bzw. ergänzend zu den erfindungsgemäß orientierten IR-Strahlern auch IR-Strahler vorgesehen sein können, die obige Bedingungen nicht erfüllen. Eine derartige Formulierung ist auch unabhängig von der Förderebene.

25

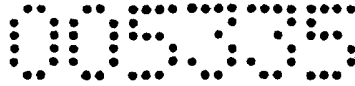


Patentansprüche

- 5 1. Wärmebehandlungssofen für auf Objekte aufgebrachte, hitze- und/oder UV-härtbare Beschichtungen mit einer Behandlungsstrecke mit Infrarot-Strahlern, deren Abstrahlcharakteristik eine Vorzugsrichtung aufweist, und einer Einrichtung zur Förderung der beschichteten Objekte durch die Behandlungsstrecke entlang einer Förderebene in Förderrichtung, wobei die Vorzugsrichtungen zumindest eines Teils der Infrarot-Strahler jeweils eine
10 Komponente enthalten, die zur Förderrichtung parallel steht, dadurch gekennzeichnet, dass die Normalprojektionen zumindest eines Teils der Vorzugsrichtungen (6, 6'), die eine zur Förderrichtung (5) parallele Komponente enthalten, in die Förderebene (8) zur Förderrichtung (5) geneigt sind.
- 15 2. Wärmebehandlungssofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Normalprojektionen des zumindest einen Teils der Vorzugsrichtungen (6, 6') in die Förderebene (8) zueinander im wesentlichen parallel stehen.
- 20 3. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorzugsrichtung (6) einer Gruppe von Infrarot-Strahlern (2) eine Komponente enthält, die in Förderrichtung (5) weist, und die Vorzugsrichtung (6') einer anderen Gruppe von Infrarot-Strahlern (2') eine Komponente enthält, die gegen die Förderrichtung (5) weist.
- 25 4. Wärmebehandlungssofen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein Infrarot-Strahler (2) der einen Gruppe neben einem Infrarotstrahler (2') der anderen Gruppe angeordnet ist.
- 30 5. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkel (γ , γ'), die die Normalprojektionen des zumindest einen Teils der Vorzugsrichtungen (6, 6') in die Förderebene (8) mit der Förderrichtung (5) einschließen, zwischen 20° und 70°, vorzugsweise zwischen 30° und 60°, insbesondere bevorzugt zwischen 40° und 50° liegen.



- 5 6. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkel (β , β'), die der zumindest eine Teil der Vorzugsrichtungen (6, 6') mit der Normalen auf die Förderebene (8) einschließt, zwischen 25° und 85° , besonders bevorzugt zwischen 40° und 70° , ganz besonders bevorzugt zwischen 50° und 60° liegen.
- 10 7. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Infrarot-Strahler (2) an zumindest einem parallel zur Förderrichtung (5) orientierten Paneel (1) angeordnet sind.
8. Wärmebehandlungssofen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Paneel (1) im wesentlichen parallel zur Förderebene (8) orientiert ist.
- 15 9. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Infrarot-Strahler (2, 2') entlang von Längsachsen (11) angeordnet sind, die zueinander im wesentlichen parallel und zur Förderrichtung (5) geneigt sind.
- 20 10. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Infrarot-Strahler (2, 2') rohrförmige Infrarotquellen (12) und im wesentlichen parallel zu diesen verlaufende Reflektoren (13) umfassen.
- 25 11. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwei einander gegenüberliegende, im wesentlichen parallel zueinander orientierte Paneele (1) vorgesehen sind, und dass die Längsachsen (11) der Infrarot-Strahler (2, 2') auf einem Paneel (1) um etwa 90° zu den Längsachsen (11) der Infrarot-Strahler (2, 2') auf dem anderen Paneel (1) geneigt sind.
- 30 12. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwei einander gegenüberliegende, im wesentlichen parallel zueinander orientierte Paneele (1) vorgesehen sind, und dass die Infrarot-



rot-Strahler (2, 2') beider Paneele (1) zueinander parallel, aber zueinander versetzt angeordnet sind.

5 13. Wärmebehandlungsöfen nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Paneele vorgesehen sind, wobei die Infrarot-Strahler des einen Paneels eine gemeinsame Vorzugsrichtung aufweisen und die Infrarot-Strahler des anderen Paneels ebenfalls eine gemeinsame Vorzugsrichtung aufweisen.

10 14. Wärmebehandlungsöfen nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Vorzugsrichtungen der beiden Paneele im wesentlichen parallel aber in entgegengesetzte Richtung zeigen.

15

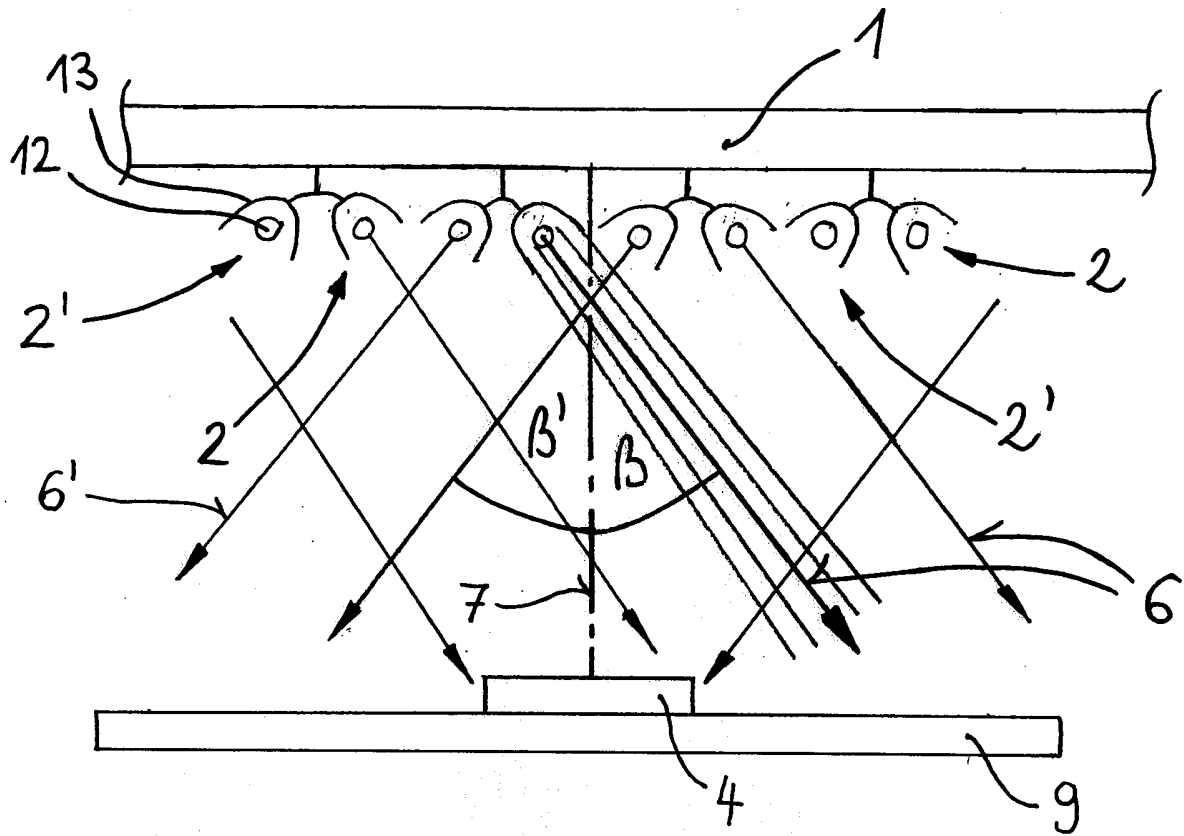


Fig. 2

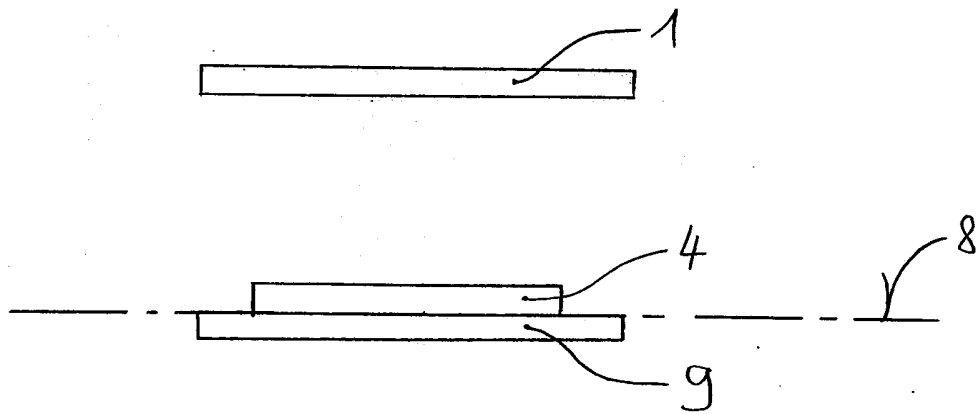


Fig. 3

005335

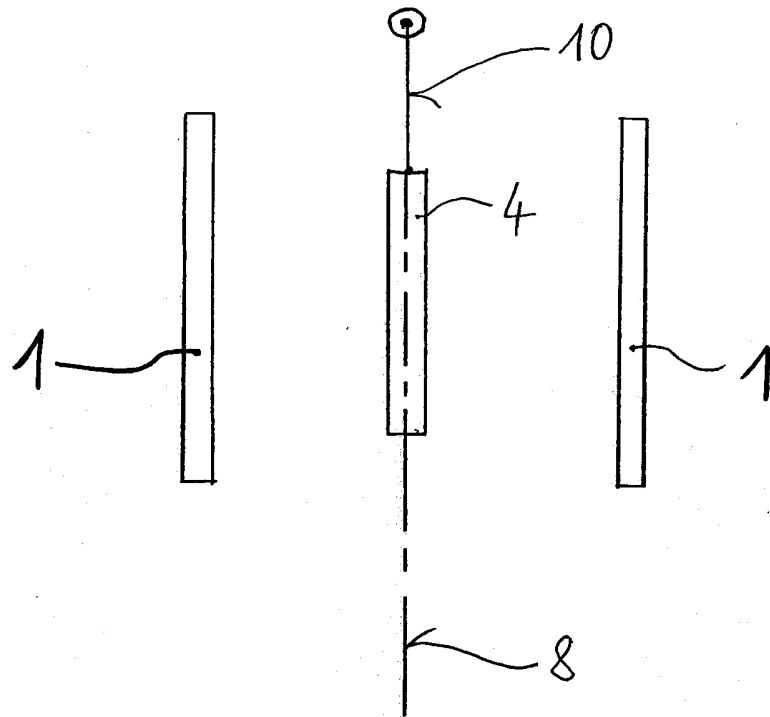


Fig. 4

005335

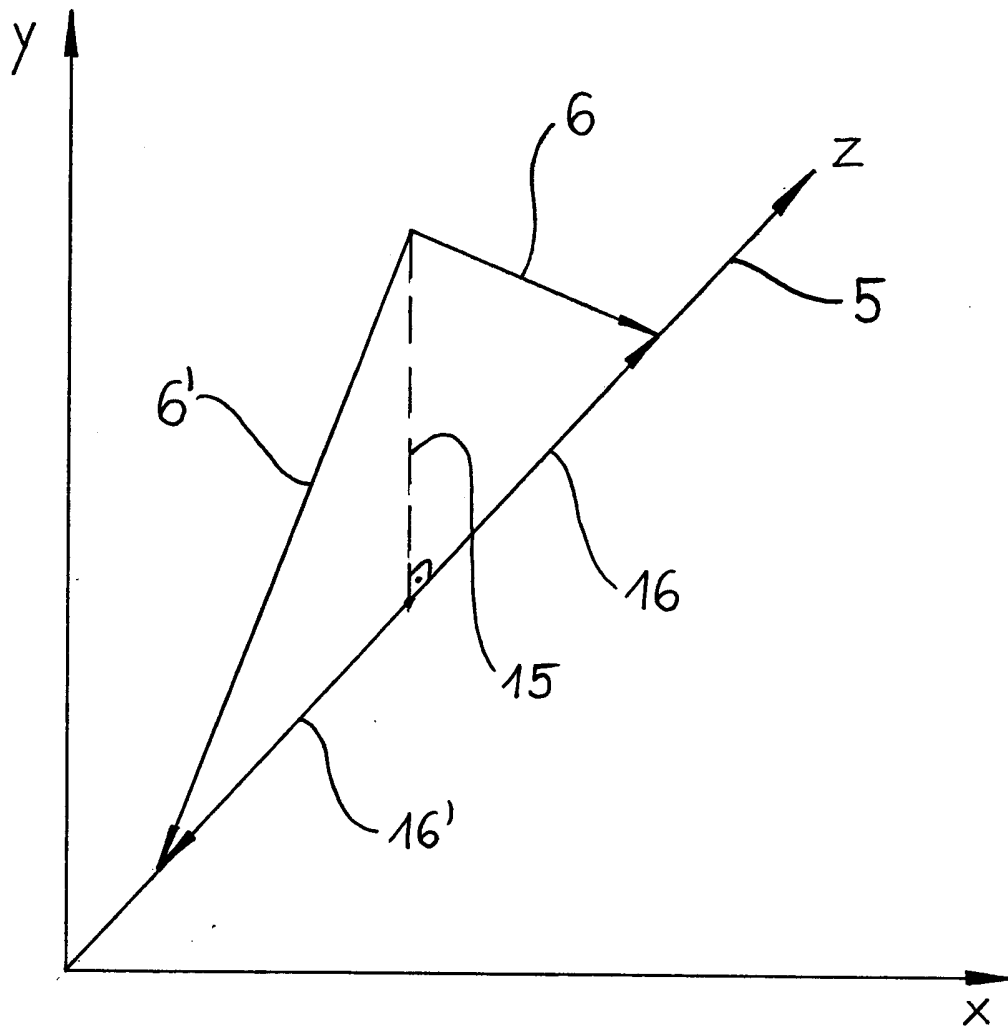


Fig. 5

005335

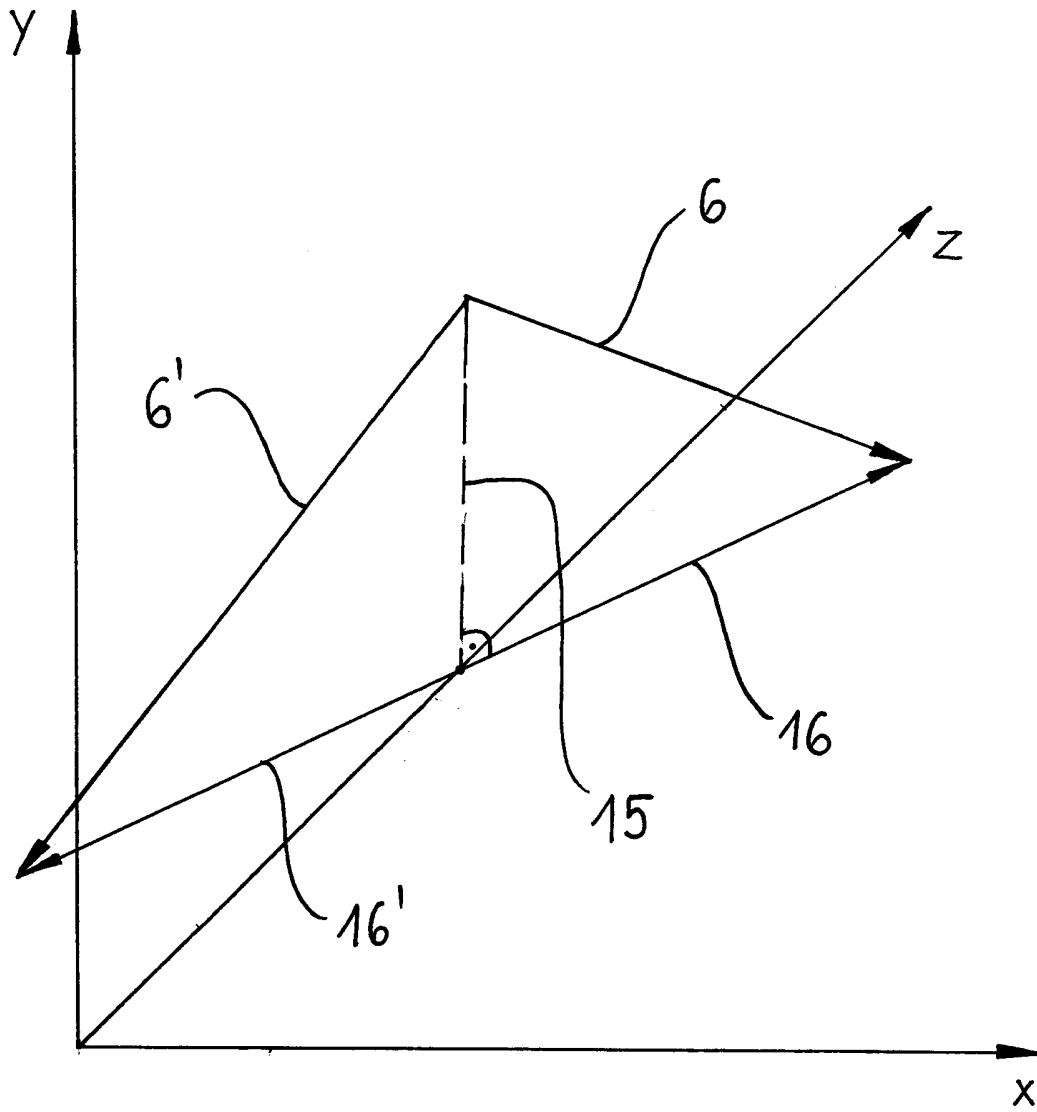


Fig. 6

005335

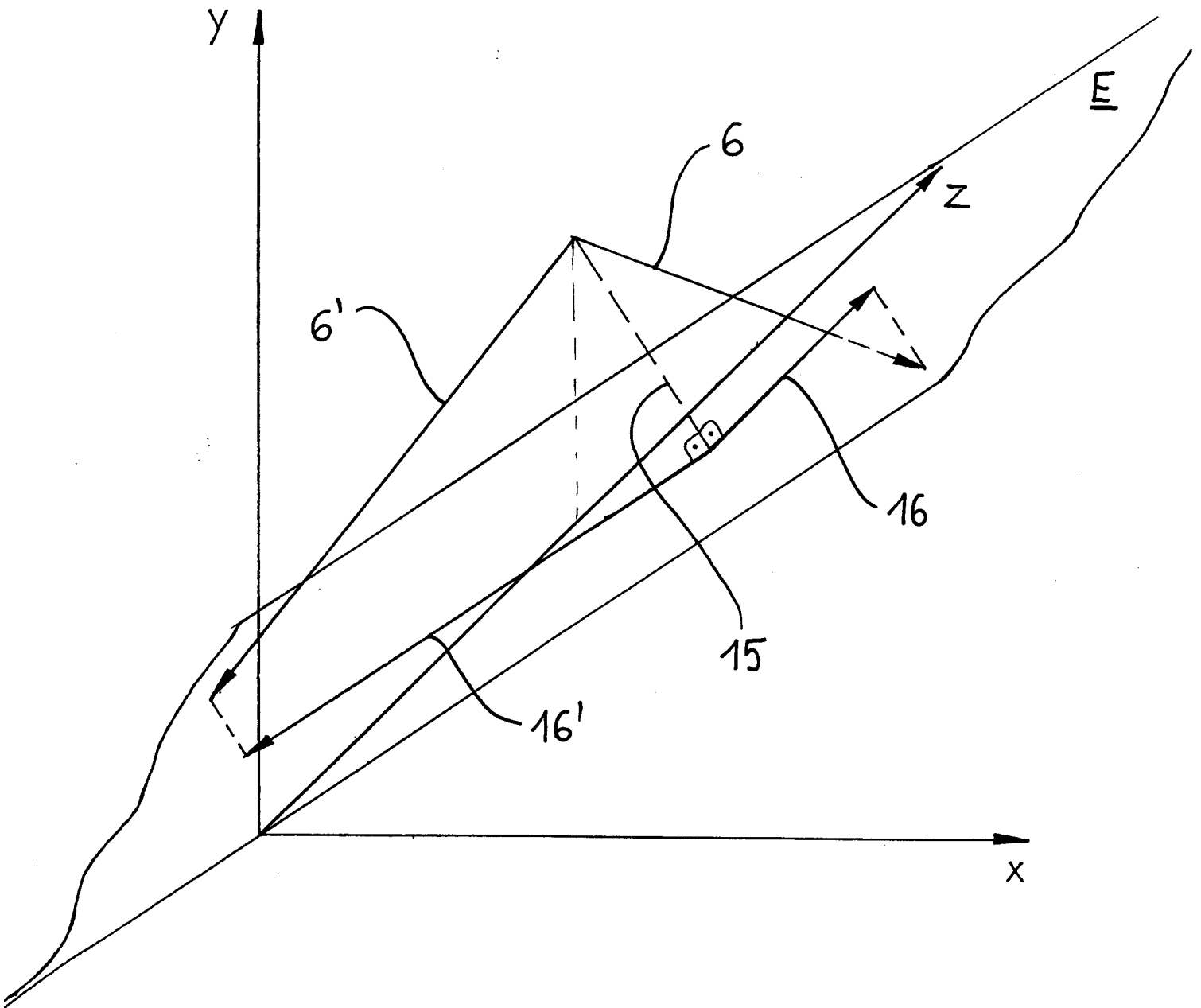


Fig. 7

005335

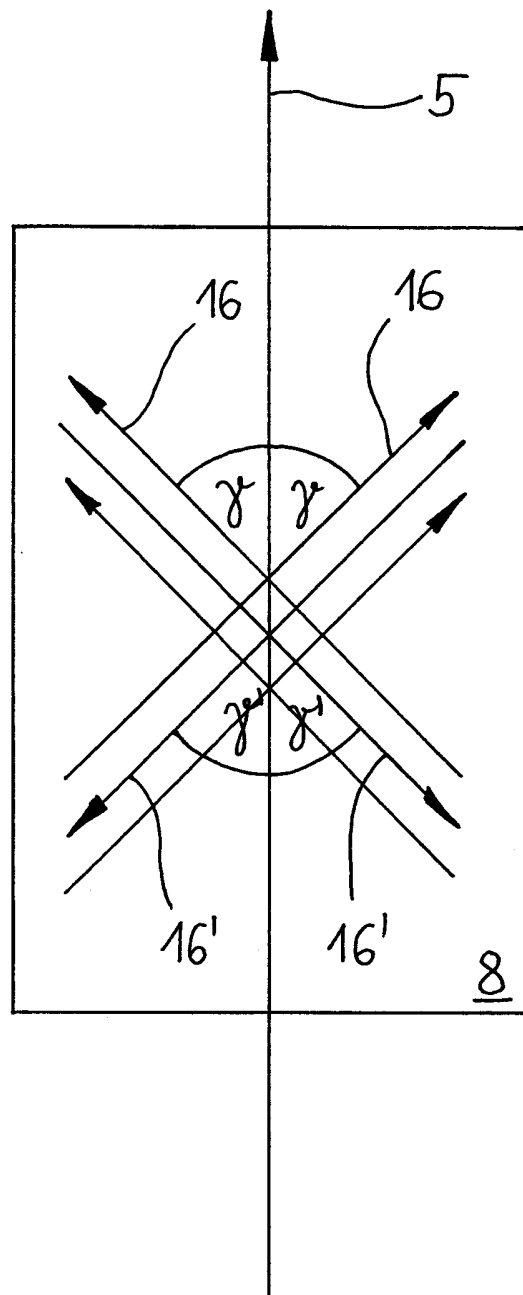


Fig. 8

Patentansprüche

- 5 1. Wärmebehandlungssofen für auf Objekte aufgebrachte, hitze- und/oder UV-härtbare Beschichtungen mit einer Behandlungsstrecke mit Infrarot-Strahlern, deren Abstrahlcharakteristik eine Vorzugsrichtung aufweist, und einer Einrichtung zur Förderung der beschichteten Objekte durch die Behandlungsstrecke entlang einer Förderebene in Förderrichtung, wobei die Vorzugsrichtungen zumindest eines Teils der Infrarot-Strahler zur Förderebene geneigt sind und jeweils eine Komponente enthalten, die zur Förderrichtung parallel steht, dadurch gekennzeichnet, dass die Normalprojektionen zumindest eines Teils der Vorzugsrichtungen (6, 6'), die eine zur Förderrichtung (5) parallele Komponente enthalten, in die Förderebene (8) zur Förderrichtung (5) geneigt sind.
- 10 2. Wärmebehandlungssofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Normalprojektionen des zumindest einen Teils der Vorzugsrichtungen (6, 6') in die Förderebene (8) zueinander im wesentlichen parallel stehen.
- 15 3. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorzugsrichtung (6) einer Gruppe von Infrarot-Strahlern (2) eine Komponente enthält, die in Förderrichtung (5) weist, und die Vorzugsrichtung (6') einer anderen Gruppe von Infrarot-Strahlern (2') eine Komponente enthält, die gegen die Förderrichtung (5) weist.
- 20 4. Wärmebehandlungssofen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein Infrarot-Strahler (2) der einen Gruppe neben einem Infrarotstrahler (2') der anderen Gruppe angeordnet ist.
- 25 5. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkel (γ , γ'), die die Normalprojektionen des zumindest einen Teils der Vorzugsrichtungen (6, 6') in die Förderebene (8) mit der Förderrichtung (5) einschließen, zwischen 20° und 70°, vorzugsweise zwischen 30° und 60°, insbesondere bevorzugt zwischen 40° und 50° liegen.
- 30

- 5 6. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkel (β , β'), die der zumindest eine Teil der Vorzugsrichtungen (6, 6') mit der Normalen auf die Förderebene (8) einschließt, zwischen 25° und 85° , besonders bevorzugt zwischen 40° und 70° , ganz besonders bevorzugt zwischen 50° und 60° liegen.
- 10 7. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Infrarot-Strahler (2) an zumindest einem parallel zur Förderrichtung (5) orientierten Paneel (1) angeordnet sind.
8. Wärmebehandlungssofen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Paneel (1) im wesentlichen parallel zur Förderebene (8) orientiert ist.
- 15 9. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Infrarot-Strahler (2, 2') entlang von Längsachsen (11) angeordnet sind, die zueinander im wesentlichen parallel und zur Förderrichtung (5) geneigt sind.
- 20 10. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Infrarot-Strahler (2, 2') rohrförmige Infrarotquellen (12) und im wesentlichen parallel zu diesen verlaufende Reflektoren (13) umfassen.
- 25 11. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwei einander gegenüberliegende, im wesentlichen parallel zueinander orientierte Paneele (1) vorgesehen sind, und dass die Längsachsen (11) der Infrarot-Strahler (2, 2') auf einem Paneel (1) um etwa 90° zu den Längsachsen (11) der Infrarot-Strahler (2, 2') auf dem anderen
- 30 Paneel (1) geneigt sind.
12. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwei einander gegenüberliegende, im wesentlichen parallel zueinander orientierte Paneele (1) vorgesehen sind, und dass die Infra-

rot-Strahler (2, 2') beider Paneele (1) zueinander parallel, aber zueinander versetzt angeordnet sind.

5 13. Wärmebehandlungssofen nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Paneele vorgesehen sind, wobei die Infrarot-Strahler des einen Paneels eine gemeinsame Vorzugsrichtung aufweisen und die Infrarot-Strahler des anderen Paneels ebenfalls eine gemeinsame Vorzugsrichtung aufweisen.

10 14. Wärmebehandlungssofen nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Vorzugsrichtungen der beiden Paneele im wesentlichen parallel aber in entgegengesetzte Richtung zeigen.

15