

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 508 383 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

**23.02.2005 Patentblatt 2005/08**

(51) Int Cl.7: **B05D 3/02, B05D 7/14**

(21) Anmeldenummer: **04028213.9**

(22) Anmeldetag: **12.06.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **20.06.2001 DE 10130342**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:

**02012977.1 / 1 270 088**

(71) Anmelder: **Inductotherm Coating Equipment S.A.  
4040 Herstal (DE)**

(72) Erfinder: **Knupfer, Peter, Dipl.-Ing.  
52064 Aachen (DE)**

(74) Vertreter: **Bauer, Dirk, Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm.  
BAUER WAGNER PRIESMEYER  
Patent- und Rechtsanwälte,  
Am Keilbusch 4  
52080 Aachen (DE)**

### Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 29 - 11 - 2004 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62  
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen und/oder Einbrennen einer auf ein metallisches Band aufgebrachte Beschichtung**

(57) Bei einem Verfahren zum Trocknen und/oder Einbrennen einer auf ein metallisches Band (3) aufgetragenen Beschichtung wird dieses kontinuierlich durch einen lediglich an zwei Stirnseiten offenen und ansonsten geschlossenen Kanal aus plattenförmigen Wandungen (8) hindurchgeführt und während des Durchlaufs erhitzt. Hierdurch wird die Beschichtung getrocknet und/oder eingebrannt, indem in dem Band (3) Wirbelstürme durch ein Magnetfeld induziert werden, das mittels mindestens einer Spule (6) erzeugt wird, die koaxial zu dem Kanal ausgerichtet ist und diesen umschließt. Um in sämtlichen Bereichen des Kanals eine Mindesttemperatur an der inneren Oberfläche der Wandungen (8) sicherzustellen und eine bedarfsweise schnelle Aufheizung der Wandungen (8) zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, die Wandungen (8) des Kanals mittels einer elektrischen Widerstandsbeheizung zu erhitzen. Außerdem wird eine entsprechende Vorrichtung vorgeschlagen.

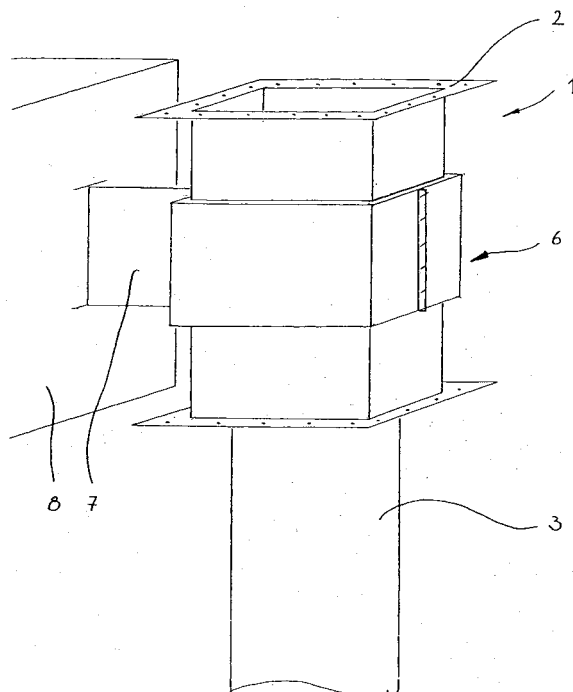


Fig. 1

EP 1 508 383 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen und/oder Einbrennen einer auf ein metallisches Band aufgetragenen Beschichtung, wobei das Band kontinuierlich durch einen an zwei Stirnseiten offenen und ansonsten geschlossenen Kanal aus plattenförmigen Wandungen hindurchgeführt und während des Durchlaufs erhitzt wird, wodurch die Beschichtung trocknet und/oder einbrennt, wobei in dem Band Wirbelströme durch ein Magnetfeld induziert werden, das mittels mindestens einer Spule erzeugt wird, die coaxial zu dem Kanal ausgerichtet ist und diesen umschließt. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

**[0002]** Derartige Verfahren und Vorrichtungen werden beispielsweise beim Lackieren von verzinkten Stahlbändern angewendet, die zum Beispiel als Verkleidungsplatten im Fassadenbau eingesetzt werden. Der Beschichtungsvorgang kann aus mehreren, hintereinander ablaufenden Stufen bestehen, beispielsweise einer Grundierung und einer oder mehreren anschließenden Deckbeschichtungen.

**[0003]** Der Kanal wird in der Regel in der Bewegungsrichtung des Bandes von einem durch ein Gebläse erzeugten Luftstrom durchströmt, der zum Abführen der beim Trocknungs- und/oder Einbrennvorgang entstehenden Gase dient. Diese Gase enthalten in der Regel organische Lösungsmittel, die zusammen mit dem Abluftstrom einer thermischen oder einer regenerativen Nachverbrennungsanlage zwecks Oxidation der Schadstoffe zugeführt werden, bevor die solchermaßen gereinigte Luft der Atmosphäre bzw. zu einem Teilvolumenstrom wieder dem Kanal zugeführt wird.

**[0004]** Die Wandungen der bekannten in der Regel senkrecht ausgerichteten Kanäle bestehen häufig aus Aluminium, da bei diesem nicht ferromagnetischen Material die unerwünschte Induktion durch das Magnetfeld der Spulen gering gehalten wird. Um die nicht erwünschte Induktion in den Kanalwandungen weiter zu minimieren, ist sogar angedacht worden, die Kanalwandungen aus einem hochtemperaturfesten Kunststoffmaterial herzustellen.

**[0005]** Ein Problem der bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist darin zu sehen, daß eine Kondensation der aus der Beschichtung während des Trocknungsvorgangs ausdampfenden Lösungsmittel in jedem Bereich des Kanals verhindert werden muß. Während diese Bedingung in der Nähe des Bandes, in dem die höchste Temperatur herrscht, immer erfüllt ist, sind insbesondere die Oberflächen der Wandungen als kälteste Zonen des Kanals für Kondensationsprozesse besonders gefährdet. Je nach verwendetem Lösungsmittel liegt dessen Kondensationstemperatur im Bereich von ca. 150 °C oder sogar darüber.

**[0006]** Um eine Kondensation zu verhindern, wird in der Regel erhitzte Luft durch den Kanal hindurchgeleitet. Um die Wärmeverluste durch die Wandungen, die

insbesondere bei einer Verwendung von Aluminium eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit besitzen, zu reduzieren, ist die Außenseite der Wandungen vollflächig mit einer Isolierschicht umgeben. Diese Isolierschicht wird von den in geeigneten Abständen in Längsrichtung des Kanals verteilt angeordneten Spulen umschlossen. Die Spulen selbst, die insbesondere bei einer hochfrequenten Betriebsweise nur aus einer einzigen Windung bestehen und aus einem abgekanteten Blechstreifen gebildet sind, sind an ihrer Außenseite mit von Wasser durchflossenen Rohrleitungen versehen, durch die Wärme abgeführt werden kann.

**[0007]** Die vergleichsweise große Länge derartiger Kanäle, die in der Regel im Bereich zwischen 10 und 20 Meter liegt, sowie die schlechte Zugänglichkeit des Kanalinnern machen eine kontrollierte Temperaturerfassung in sämtlichen Bereichen der Kanalwandungen nahezu unmöglich. Die Wandtemperatur wird in der Regel über die Temperatur des zugeführten Gasstroms geregelt, der mit einer Geschwindigkeit von mehr als 30 Meter pro Sekunde durch den Kanal geführt wird. Dabei kommt es zu einem konvektiven Wärmeübergang von dem Gas auf die Kanalwandung. Infolge der über die Länge des Kanals abnehmenden Gastemperatur herrschen die niedrigsten Temperaturen meistens im Bereich des Endes des Kanals, an dem das Band und der Gasstrom diesen wieder verlassen. In der Regel wird die dort erfaßte Wandtemperatur als Maßstab für die Wandtemperatur über die gesamte Kanallänge genommen. Die Geschwindigkeit und Güte einer Regelung der Wandtemperatur über den Volumenstrom, das heißt die Geschwindigkeit, sowie die Temperatur des zugeführten Gases ist insgesamt als unbefriedigend anzusehen.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen und/oder Einbrennen einer auf metallisches Band aufgetragenen Beschichtung vorzuschlagen, bei dem sich auch bei wechselnden Durchströmungsbedingungen eine bestimmte Mindesttemperatur an den Wandungen des Kanals über dessen gesamter Länge sicherstellen läßt.

**[0009]** Die zugrunde liegende Aufgabe wird ausgehend von einem gattungsgemäßen Verfahren der eingangs beschriebenen Art alternativ auch dadurch gelöst, daß die Wandung des Kanals mittels einer elektrischen Widerstandsheizung erhitzt wird. Auch hierdurch ergibt sich eine sehr direkte Einflußmöglichkeit auf die Wandtemperatur, wobei die in der Widerstandsheizung umgesetzte elektrische Leistung ohne weiteres bestimmbar und dadurch sehr einfach Rückschlüsse auf die in der Wandung herrschende Temperatur möglich sind. Auch bei diesem Verfahren wird im Gegensatz zu den bekannten Verfahren eine Abhängigkeit der Wandtemperatur allein von den Parametern der durch den Kanal geleiteten Gasströmung vermieden.

**[0010]** Eine besonders bevorzugte Weiterbildung des Verfahrens nach der Erfindung besteht darin, daß in der Aufheizphase bei stillstehendem Band die Aufheizung der Wandungen des Kanals ausschließlich mittels einer

Induktion von Wirbelströmen in den Wandungen mit Hilfe der mindestens einen Spule oder ausschließlich mittels einer elektrischen Widerstandsbeheizung erfolgt.

**[0011]** Hierdurch wird auf eine sehr vorteilhafte Weise eine Aufheizung der Kanalwandungen ohne Hindurchleitung eines vorerhitzten Gasstromes ermöglicht. Nach dem Stand der Technik stellt der durchgeleitete Gasstrom eine große Verlustleistung dar, die zu vergleichsweise hohen Betriebskosten insbesondere bei einem häufigen Stoppen und Wiederanfahren des Prozesses, darstellt. Auch wird die zum Anfahren des Prozesses benötigte Mindesttemperatur an der inneren Oberfläche der Kanalwandungen nach der erfindungsgemäßen Vorgehensweise wesentlich schneller erreicht als nach der eher indirekten bekannten Methode.

**[0012]** Die bekannten Vorrichtungen zum Trocknen und/oder Einbrennen einer auf ein metallisches Band aufgetragenen Beschichtung weisen einen aus plattenförmigen Wandungen bestehenden, stirnseitig offenen und ansonsten geschlossen ausgebildeten Kanal auf, durch den das Band mittels Führungs- und Antriebseinrichtungen in Längsrichtung des Kanals hindurchführbar ist. Dabei ist das Band während des Durchlaufs mittels einer Heizeinrichtung auf eine Trocknungs- und oder Einbrenntemperatur aufheizbar und die Heizeinrichtung mit mindestens einer Spule versehen, die den Kanal umschließt und ein Magnetfeld im Innern des Kanals erzeugt, durch das in dem Band Wirbelströme induzierbar sind, wodurch das Band aufheizbar ist.

**[0013]** Ausgehend von einer solchen Vorrichtung wird die zugrunde liegende Aufgabe dadurch gelöst, daß die Wandungen des Kanals mit einer elektrischen Widerstandsheizung versehen sind. Hierdurch läßt sich unabhängig von einer Durchströmung des Kanals mit aufgeheiztem Gas auf einfache und wirtschaftliche Weise die Wandtemperatur auf den erforderlichen Minimalwert einstellen.

**[0014]** Die Erfindung weiter ausgestaltend ist dabei vorgesehen, daß die Widerstandsheizung an der Außenseite der Wandungen des Kanals angeordnet ist. Hierdurch wird ein Kontakt der Widerstandsheizung mit eventuell aggressiv wirkenden Medien in dem im Innern des Kanals befindlichen Gasstrom verhindert.

**[0015]** Eine besonders vorteilhafte Art der Widerstandsheizung besteht in einem sogenannten Widerstandsgewebe, das flächig an den Wandungen befestigt ist, beispielsweise verklebt, und für eine besonders gleichmäßige Einleitung und Verteilung der Wärme in dem Wandmaterial sorgt.

**[0016]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung nach der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Kanalabschnitts und

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Kanal gemäß Fi-

gur 1.

**[0017]** Eine Vorrichtung zum Trocknen einer auf ein verzinktes Stahlband 3 aufgetragenen Lackschicht umfaßt einen ca. 10 bis 15 Meter (abhängig von der Bandgeschwindigkeit) langen, senkrecht ausgerichteten Kanal, von dem der Übersichtlichkeit halber lediglich ein einzelnes Kanalsegment 1 dargestellt ist. Der Kanal besteht aus einer Vielzahl derartiger Kanalsegmente 1, die in Längsrichtung des Kanals hintereinander angeordnet sind und mittels jeweils zweier an gegenüberliegenden Stirnseiten angeordneter Flansche 2 sowie geeigneter Schrauben miteinander verbunden sind. Durch den derart gebildeten Kanal ist in dessen Längsrichtung das lackbeschichtete Stahlband 3 mittels bekannter und in der Zeichnung nicht näher dargestellter Führungs- und Antriebseinrichtungen geführt.

**[0018]** Das vor der Vorrichtung lackierte Stahlband 3 wird mit feuchter und flüssiger Beschichtung am unteren stirnseitigen Ende des Kanals eingeführt und verläßt den Kanal an dessen oberer Stirnseite mit getrockneter und ausgehärteter Lackierung.

**[0019]** Der in Figur 2 dargestellte Querschnitt des Kanals ist rechteckförmig und besitzt eine lichte Breite 4 von ca. 200 mm, und eine lichte Länge 5 von ca. 1600 mm. Die Breite des Stahlbandes 3 beträgt ca. 1500 mm.

**[0020]** Jedes Kanalsegment 1 ist von einer geschlossenen Spule 6 umgeben, die im Querschnitt gleichfalls rechteckförmig ist und aus einem Kupferblech besteht. Die Spule 6 besitzt lediglich eine einzige Windung und ist über Anschlußstücke 7 mit einem Inverter 8 verbunden, über den die Spule 6 mit einer hochfrequenten Spannung mit einer Frequenz von ca. 100 kHz versorgt wird. Die Spule 6 ist in einer parallel zu der Kanallängsachse verlaufenden Mittelebene teilbar, um die Spule 6 ausbauen und das umschlossene Kanalsegment bedarfsweise einfach auswechseln oder reparieren zu können.

**[0021]** Wie aus Figur 2 zu ersehen ist, ist die Spule 6 äquidistant zu den Wandungen 8 des Kanalsegments 1 angeordnet. Zwischen den aus einem auf der Innenseite mit einer Kunststoffbeschichtung versehenen Stahlblech bestehenden Kanalwandungen 8 und der Spule 6 befindet sich ein Isoliermaterial 9, das einen unerwünschten Wärmeverlust aus dem Kanal über die Wandungen 8 weitgehend unterbindet. An der Außenseite der Spule 6 befinden sich mäanderförmig verlaufende und in Figur 1 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellte Rohrleitungen 10, die von einer Kühlflüssigkeit durchströmt werden und für einen Abtransport der unweigerlich in der Spule 6 entstehenden Wärme sorgen.

**[0022]** Durch die Wahl von Stahlblech als Material für die Wandungen 8 des Kanals sowie durch die entsprechende Gestaltung der Geometrie der Spule 6 ist das magnetische Feld im Bereich der Wandungen 8 so groß, daß darin ca. 6 % bis 7 % der von der Spule 6 insgesamt abgegebenen magnetischen Leistung umgesetzt und in Form von Wärme abgegeben wird. Je nach dem ver-

wendeten Material der Kanalwandungen und der Gasgeschwindigkeit im Inneren des Kanals kann es auch sinnvoll sein, einen Anteil zwischen 7 % und 10 % der magnetischen Spulenleistung in den Wandungen 8 in Wärme umzusetzen. Die von der Spule 6 aufgenommene elektrische Leistung beträgt im vorliegenden Fall ca. 500 kW. Davon werden ca. 450 kW in Form magnetischer Leistung und der Rest von ca. 50 kW in Form von Wärme an die Kühlschlangen abgegeben. Bei einem Anteil zwischen 6 % und 7 % beträgt die in den Wandungen 8 umgesetzte Wärmeleistung somit zwischen ca. 27 kW und 31,5 kW. Die Wärmeabgabe erfolgt aufgrund der Isolierung 9, die den Kanal vollflächig auf seiner Außenseite umgibt, vornehmlich in das Innere des Kanals, das heißt hauptsächlich in Form von Konvektion an die den Kanal durchströmende Luft. Der weitaus größte Teil der von der Spule 6 (hier ca. 420 kW) abgegebenen Leistung wird von dem Band 3 aufgenommen und dort gleichfalls über Wirbelströme in Wärme umgewandelt. Diese Wärme bewirkt den gewünschten Trocknungs- und Aushärtungsvorgang in der das Band 3 umgebenden Lackschicht. Die zuvor beschriebene Induktion in den Wandungen 8 mit den genannten Leistungen ist jedoch nach der vorliegenden Erfindung nicht zwingend, sondern lediglich optional.

**[0023]** Besonders vorteilhaft ist die Möglichkeit, die Wandungen 8 gezielt mit Hilfe des von der Spule 6 erzeugten magnetischen Feldes aufzuheizen, wenn nach einer Stillstandsperiode die Trocknungsvorrichtung wieder in Betrieb genommen werden soll. In diesem Falle kann die zum Anfahren der Vorrichtung erforderliche minimale Temperatur der Wandungen 8, die je nach dem aus dem Lack austretenden Lösungsmittel bei ca. 150°C liegt, allein durch einen Betrieb der Spule 6 erzielt werden, ohne daß - wie beim Stand der Technik - über einen längeren Zeitraum vorgeheizte Luft durch den Kanal hindurchgeleitet wird. Die Zeit bis zum Wiederaufstart der Produktion wird durch das erfindungsgemäße Verfahren somit deutlich verkürzt und die Sicherheit, das an allen Orten der Wandungen 8 eine bestimmte Minimaltemperatur vorherrscht, erhöht.

**[0024]** Alternativ zu der Beheizung der Wandungen 8 durch magnetische Induktion ist auch eine Widerstandsbeheizung möglich, die vorzugsweise in Form eines auf die Außenseite der Wandungen 8 vollflächig aufgetragenen, in den Zeichnungen jedoch nicht dargestellten Widerstandsgewebes erfolgt.

trocknet und/oder einbrennt, wobei in dem Band (3) Wirbelströme durch ein Magnetfeld induziert werden, das mittels mindestens einer Spule (6) erzeugt wird, die coaxial zu dem Kanal ausgerichtet ist und diesen umschließt, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandungen (8) des Kanals mittels einer elektrischen Widerstandsheizung erhitzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Aufheizphase bei stillstehendem Band (3) die Aufheizung der Wandungen (8) des Kanals ausschließlich mittels einer Induktion von Wirbelströmen in den Wandungen (8) mit Hilfe der mindestens einen Spule (6) oder ausschließlich mittels einer elektrischen Widerstandsheizung erfolgt.
3. Vorrichtung zum Trocknen und/oder Einbrennen einer auf ein metallisches Band (3) aufgetragenen Beschichtung, mit einem aus plattenförmigen Wandungen (8) bestehenden, stirnseitig offenen und ansonsten geschlossen ausgebildeten Kanal, durch den das Band (3) mittels Führungs- und Antriebseinrichtungen in Längsrichtung des Kanals hindurchführbar ist, wobei das Band (3) während des Durchlaufs mittels einer Heizeinrichtung auf eine Trocknungs- und/oder Einbrenntemperatur aufheizbar ist und die Heizeinrichtung mindestens eine Spule (6) aufweist, die den Kanal umschließt und ein Magnetfeld im Innern des Kanals erzeugt, durch das in dem Band (3) Wirbelströme induzierbar sind, wodurch das Band (3) aufheizbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandungen (8) des Kanals mit einer elektrischen Widerstandsheizung versehen sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Widerstandsheizung an der Außenseite der Wandungen (8) des Kanals angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Widerstandsheizung als Widerstandsgewebe ausgebildet ist, das flächig an den Wandungen (8) befestigt ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen und/oder Einbrennen einer auf ein metallisches Band (3) aufgetragenen Beschichtung, wobei das Band (3) kontinuierlich durch einen an zwei Stirnseiten offenen und ansonsten geschlossenen Kanal aus plattenförmigen Wandungen (8) hindurchgeführt und während des Durchlaufs erhitzt wird, wodurch die Beschichtung

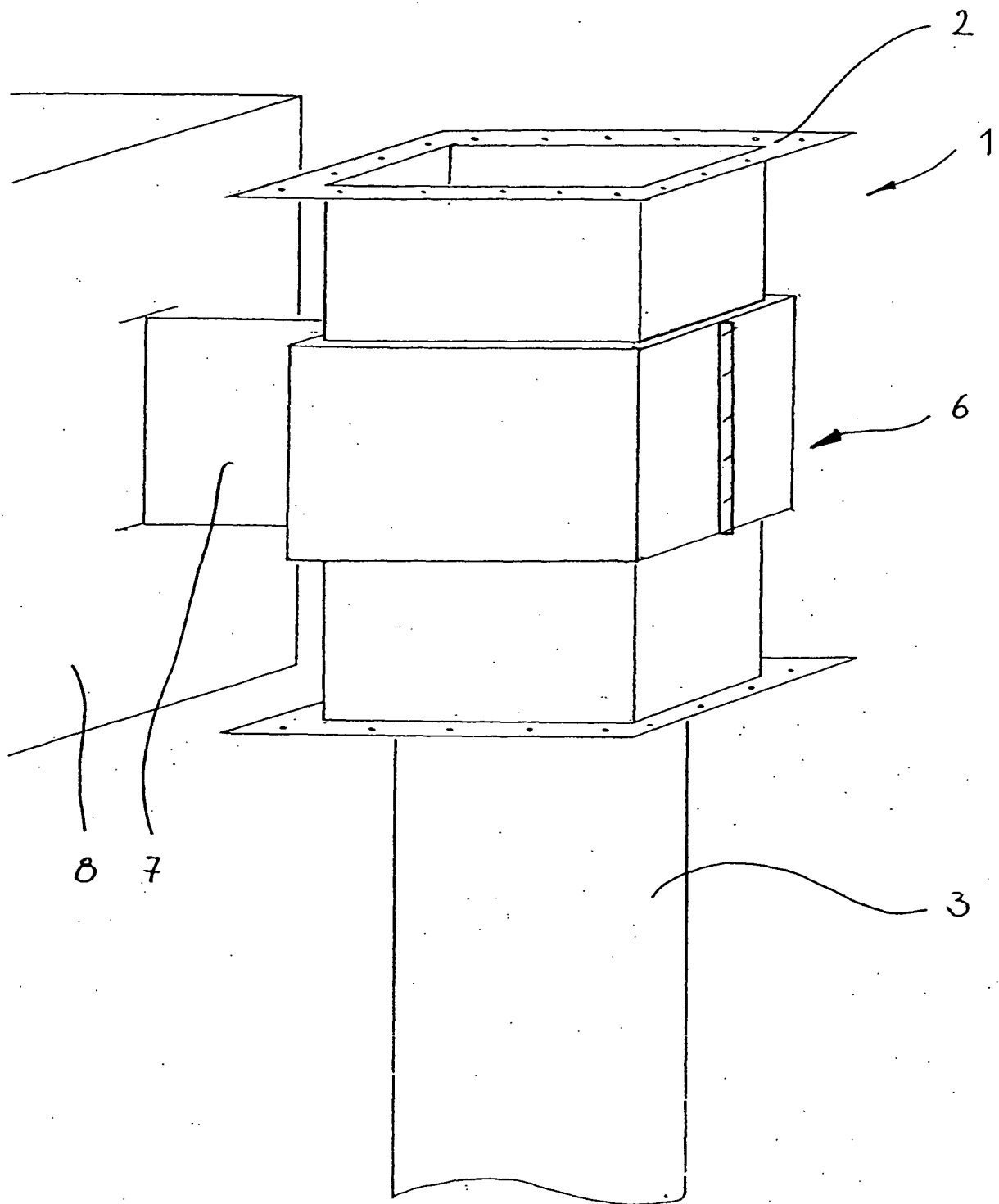


Fig. 1

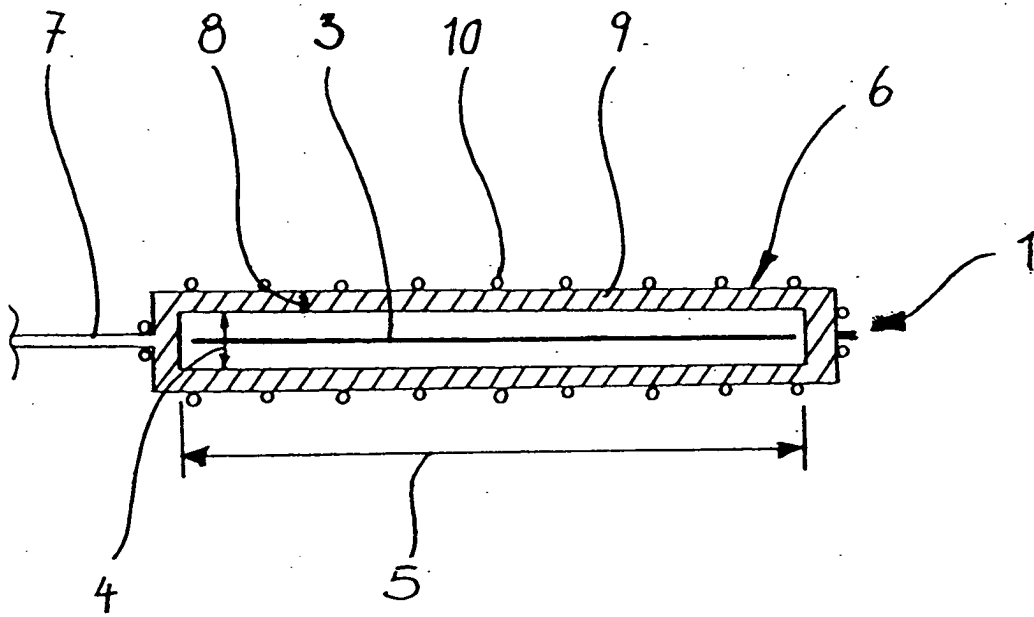


Fig. 2