



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 295 987 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.03.2003 Patentblatt 2003/13

(51) Int Cl.7: **D21F 5/00, D21F 5/18**

(21) Anmeldenummer: **02020126.5**

(22) Anmeldetag: **07.09.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Voith Paper Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder: **Aust, Richard, Dr**
41236 Mönchengladbach (DE)

(30) Priorität: **18.09.2001 DE 10146032**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen einer laufenden Materialbahn, insbesondere einer gestrichenen Papier- oder Kartonbahn**

(57) Zum Trocknen einer laufenden Materialbahn, insbesondere einer gestrichenen Papier- oder Kartonbahn, ist es bekannt, die Bahn zunächst in einem Infrarot-Trockner (1) mit Infrarot-Strahlern (4) vorzutrocknen

und anschließend in einem Lufttrockner (2) mit Luft weiter zu trocknen. Nach der Erfindung wird der Lufttrockner (2) so betrieben, dass der Wärmeübergangskoeffizient zwischen der Trocknungsluft (8) und der Bahn (B) in Bahnaufrichtung (L) ansteigend verläuft.

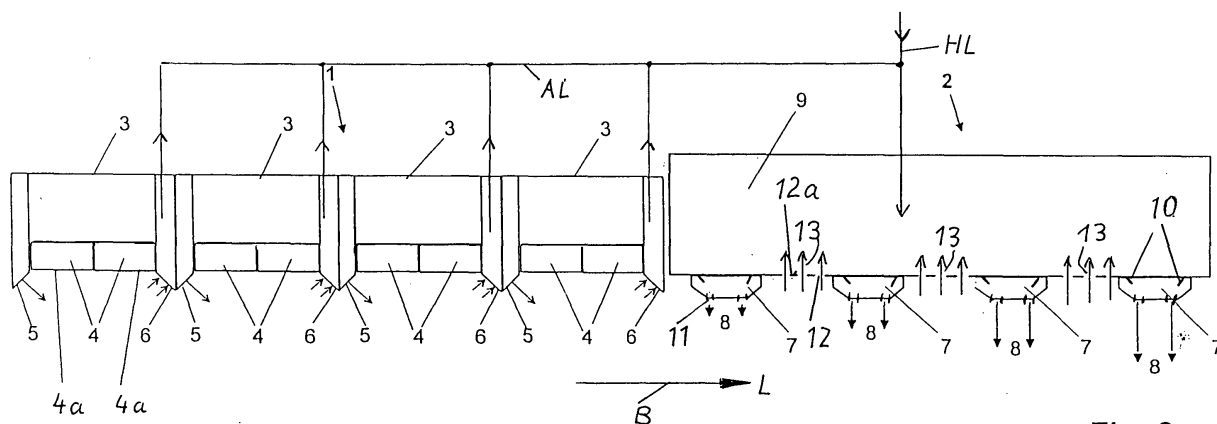


Fig. 2

EP 1 295 987 A2

Beschreibung

[0001] Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen einer laufenden Materialbahn, insbesondere einer gestrichenen Papier- oder Kartonbahn

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen einer laufenden Materialbahn, insbesondere einer gestrichenen Papier- oder Kartonbahn, bei dem die Bahn zunächst in einem Infrarot-Trockner mit Infrarot-Strahlern vorgetrocknet und anschließend in einem Lufttrockner mit Luft weiter getrocknet wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Trocknungsverfahrens.

[0003] Bei der Herstellung von mit Streichfarbe beschichteten Papier- und Kartonbahnen werden zum Trocknen der Bahnen nach dem Auftrag der Streichfarbe bekannterweise Trocknungssysteme eingesetzt, die Infrarot-Strahler oder mit Heißluft trocknende Lufttrockner enthalten. Dabei ist es bekannt, Abwärme aus einem Infrarot-Strahler in einem nachfolgenden Lufttrockner zu nutzen. In dem Aufsatz von Sommer und Aust "IR Drying Concepts for High Energy Yield" (Wochenblatt für Papierfabrikation 22, 1997) ist ein sogenannter Integral-Trockner beschrieben, bei dem unmittelbar hinter einem Infrarot-Trockner ein Lufttrockner angeordnet ist, der die Abwärme der Infrarot-Strahler nutzt und so den Wirkungsgrad der Trocknung erhöht. Dazu wird Luft im Bereich der IR-Strahler gegen die Bahn geblasen und anschließend abgesaugt. Die erhitze, mit Wasserdampf beladene Luft wird anschließend als Trocknungsluft im nachfolgenden Lufttrockner verwendet.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Trocknungsverfahren und eine Trocknungsvorrichtung bereitzustellen, das (die) über eine möglichst kurze Bahnlänge eine schonende Trocknung von gestrichenen Papier- oder Kartonbahnen mit hohem Wirkungsgrad ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, dass der Lufttrockner so betrieben wird, dass der Wärmeübergangskoeffizient zwischen der Trocknungsluft und der Bahn in Bahnlaufrichtung ansteigend verläuft.

[0006] Es hat sich bei der Trocknung von gestrichenen Papier- oder Kartonbahnen gezeigt, dass Probleme im Endprodukt, beispielsweise hinsichtlich der Bedruckbarkeit, auftreten, falls die Verdampfungsrate beim Trocknen zeitweise bestimmte Werte übersteigt.

[0007] Beim Durchlauf der Bahn durch den Lufttrockner wird somit die Trocknung zunächst mit einem geringeren und anschließend mit einem sukzessiv steigenden Wärmeübergangskoeffizienten durchgeführt. Der relativ geringe Wärmeübergangskoeffizient zu Beginn der Trocknung (Konvektionstrocknung) führt dazu, dass der bei bekannten Integral-Trocknern schlagartige Anstieg der Verdampfungsrate am Beginn der Konvektionstrocknung erheblich geringer ausfällt. Eine Überschreitung des die Qualität des Endprodukts beeinträchtigenden Grenzwerts der Verdampfungsrate wird

so vermieden. Nachdem die Verdampfungsrate durch Abfall der Bahntemperatur genügend abgesunken ist, wird die Trocknung mit einem erhöhten Wärmeübergangskoeffizienten durchgeführt, so dass über die Trocknerlänge gegenüber bekannten Trocknersystemen die gleiche Trocknungsleistung erreicht wird.

[0008] Bevorzugt wird die Konvektionstrocknung mit dem Lufttrockner in mehreren Stufen durchgeführt. Der Lufttrockner enthält dann mehrere sich quer über die Bahn erstreckende und in Bahnlaufrichtung hintereinander angeordnete Blasdüsen, die so betrieben werden, dass der Wärmeübergangskoeffizient stufenweise ansteigt.

[0009] Bevorzugt wird das Ansteigen des Wärmeübergangskoeffizienten dadurch bewirkt, dass der flächenspezifische Luftstrom, also die Luftmenge pro Zeit und Bahnfläche, in jeder Stufe des Lufttrockners ansteigt.

[0010] Alternativ können auch andere den Wärmeübergangskoeffizienten beeinflussende Parameter verändert werden, beispielsweise die Strömungsgeschwindigkeit der Luft.

[0011] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 schematisch die Seitenansicht eines bekannten Integral-Trockners,
- Figur 2 einen Trockner nach der Erfindung,
- Figur 3 den Verlauf der Verdampfungsrate beim Trocknen als Vergleich zwischen den bekannten Trocknungsverfahren (Kurve 1) und den Trocknungsverfahren (Kurve 2) nach der Erfindung
- Figur 4 den entsprechenden Vergleich der Bahntemperaturen beim Trocknen.

[0012] Wie in den Figuren 1 und 2 schematisch dargestellt, besteht die erfindungsgemäße Trocknungsvorrichtung aus einem Infrarot-Trockner 1 und einem in Bahnlaufrichtung L (in den Figuren von links nach rechts laufend) dahinter angeordneten Lufttrockner 2. Der Infrarot-Trockner 1 ist aus mehreren - im Ausführungsbeispiel vier Stück - Trocknungseinheiten 3 aufgebaut, die jeweils Reihen von Infrarot-Strahlern 4 enthalten, die mit fluchtenden Abstrahlflächen 4a angeordnet sind. Die Infrarot-Strahler 4 werden mit einem Fluid-Luftgemisch beheizt, vorzugsweise mit einem Gas-Luftgemisch. Bei jeder Trocknungseinheit 3 wird an der Bahneinlaufseite aus Düsen 5 Luft in Richtung zur Bahn geblasen. Die mit Abgasen der Strahler 4 und mit Dampf beladene Luft wird am Auslaufende jeder Trocknungseinheit 3 über Saugöffnungen 6 abgesaugt.

[0013] Der nachfolgend angeordnete Lufttrockner 2 enthält mehrere - im Ausführungsbeispiel ebenfalls vier Stück - Blasdüsen 7, die in Bahnlaufrichtung mit Abstand von einander angeordnet sind und sich quer über

die Breite der Bahn B erstrecken. Aus den Blasdüsen 7 wird Trocknungsluft 8 gegen die Bahnoberfläche geblasen, die über eine gemeinsame Lufthaube 9 zugeführt wird. Zwischen den Blasdüsen 7 befinden sich an der Unterseite der Lufthaube 9 Absaugöffnungen, über die mit Wasserdampf beladene Luft abgesaugt wird. Zum Trocknen einer beschichteten Bahn ist der Lufttrockner 2 bevorzugt als Schwebetrockner ausgebildet. Bei einem Schwebetrockner sind oberhalb und unterhalb der Bahn oder auch nur über einer Bahnseite Blasdüsen 7 angeordnet, aus denen Trocknungsluft 8 gegen die freischwebend geführte Bahn B geblasen wird.

[0014] Der aus dem Infrarot-Trockner 1 und dem Lufttrockner 2 bestehende Integral-Trockner wird so betrieben, dass die Abluft AL aus dem Integral-Trockner 1 als Trocknungsluft 8 in dem Lufttrockner 2 verwendet wird. Der Lufttrockner 2 nach dem Ausführungsbeispiel weist keinen eigenen Heißluftherzeuger auf, so dass die gesamte Trocknungsenergie von den Strahlern 4 erzeugt wird.

[0015] Alternativ ist es möglich, den Lufttrockner 2 mit einem eigenen Heißluftherzeuger auszustatten und der erzeugten Heißluft HL Abluft AL aus dem Infrarot-Trockner 1 zuzumischen.

[0016] Soweit ist der in Figur 1 dargestellte Integral-Trockner bekannt und beispielsweise in dem Aufsatz von Sommer und Aust "IR Drying Concepts for High Energy Yield" (Wochenblatt für Papierfabrikation 22, 1997) beschrieben. Bei den bekannten Integral-Trocknern tritt aus jeder Blasdüse 7 des Lufttrockners 2 derselbe Strom an Trocknungsluft 8 aus, dies ist in Figur 1 durch übereinstimmende Länge der Pfeile 8 dargestellt.

[0017] Der in Figur 2 dargestellte Integral-Trockner nach der Erfindung stimmt bis auf die nachfolgend aufgeführten Unterschiede mit dem bekannten Integral-Trockner nach Figur 1 überein. Der erfindungsgemäße Integral-Trockner enthält einen Lufttrockner 2, der Mittel aufweist, um den Wärmeübergangskoeffizienten zwischen der Trocknungsluft 8 und der Bahn B in Bahnlaufrichtung L ansteigend verlaufend einzustellen. Bevorzugt wird ein ansteigender Wärmeübergangskoeffizient beim Trocknen dadurch erreicht, dass der flächenspezifische Strom an Trocknungsluft 8, also die Luftmenge pro Zeit und m² Bahnoberfläche, über die Länge des Lufttrockners 2 ansteigend eingestellt wird. Dazu weisen die einzelnen, hintereinander angeordneten Blasdüsen 7 Mittel auf, den aus ihnen austretenden Strom an Trocknungsluft 8 einzustellen. Bevorzugt enthält jede Blasdüse 7 an ihrem Lufteintritt eine Luftklappe 10, mit der sich der Strom an aus der Lufthaube 9 in die Blasdüse 7 einströmenden Trocknungsluft und somit auch die Menge an aus der Blasdüse 7 austretender Trocknungsluft 8 einstellen lässt. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, den Austrittsquerschnitt der Düsenslitze oder -löcher 11 jeder Blasdüse 7 variabel zu gestalten, damit der Strom an austretender Trocknungsluft 8 über die Länge des Lufttrockners 2 ansteigend eingestellt werden kann.

[0018] Falls für das Trocknungsverhalten vorteilhaft, wird der zwischen den Blasdüsen 7 abgesaugte, also von der Bahn weggeführte Luftstrom 13, dem Strom an Zuluft aus den jeweiligen Blasdüsen 7 angepasst. Dies lässt sich beispielsweise dadurch realisieren, dass an der Unterseite der Lufthaube 9 zwischen den Blasdüsen 7 Absaugöffnungen 12 aufweisende Lochbleche 12a angebracht sind, wobei der Querschnitt der Öffnungen 12 und/oder die Anzahl der Öffnungen 12 für einen steigenden Absaugquerschnitt sich in Bahnlaufrichtung L vergrößert.

[0019] In den Figuren 3 und 4 ist der unterschiedliche Trocknungsverlauf zwischen dem bekannten Trockner nach Figur 1 (Kurve 1) und dem erfindungsgemäßen Trockner nach Figur 2 (Kurve 2) dargestellt. In Figur 3 ist die Verdampfungsrate über die Trocknerlänge (das heißt in Maschinenrichtung/ machine direction MD) dargestellt, in Figur 4 die Bahntemperatur über die Trocknerlänge.

[0020] Wie aus Figur 3 ersichtlich, steigt bei dem bekannten Trockner die Verdampfungsrate zu Beginn des Lufttrockners 2 schlagartig in erheblichen Umfang an und fällt anschließend kontinuierlich ab. Bei dem erfindungsgemäßen Trockner wird dagegen am Anfang des Lufttrockners 2 mit einem relativ geringen Wärmeübergangskoeffizienten getrocknet, so dass die Verdampfungsrate erheblich weniger ansteigt und unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes bleibt, der beispielsweise 250 kg/hm² beträgt. Anschließend wird in der zweiten Blasdüse 7 aufgrund des vergrößerten Stroms an Trocknungsluft 8 mit einem gesteigerten Wärmeübergangskoeffizienten getrocknet, so dass die Verdampfungsrate in diesem Bereich ansteigt. Analog wird in den nächsten Blasdüsen 7 der Wärmeübergangskoeffizient durch einen weiter erhöhten Strom an Trocknungsluft 8 gesteigert, so dass ein sägezahnförmig abfallender Verlauf der Verdampfungsrate entsteht. Da bei dem erfindungsgemäßen Trockner gegen Ende des Lufttrockners 2 im Vergleich zu dem bekannten Trockner erhöhte Verdampfungsraten vorliegen, stimmen die Gesamtleistungen der beiden Trockner im wesentlichen überein. Aus Figur 4 ist ersichtlich, dass die Bahntemperatur bei dem erfindungsgemäßen Trockner langsamer abfällt als bei dem bekannten Trockner nach Figur 1.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen einer laufenden Materialbahn, insbesondere einer gestrichenen Papier- oder Kartonbahn, bei dem die Bahn (B) zunächst in einem Infrarot-Trockner (1) mit Infrarot-Strahlern (4) vorgetrocknet und anschließend in einem Lufttrockner (2) mit Luft weiter getrocknet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lufttrockner (2) so betrieben wird, dass der Wärmeübergangskoeffizient zwischen der Trocknungsluft (8) und der

Bahn (B) in Bahnlaufrichtung (L) ansteigend verläuft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der flächenspezifische Luftstrom an Trocknungsluft (8) über die Länge des Lufttrockners (2) ansteigt. 5

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abluft (AL) aus dem Infrarot-Trockner (1) als Trocknungsluft (8) in dem Lufttrockner (2) verwendet wird. 10

4. Vorrichtung zur Durchführung eines Trocknungsverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, umfassend einen Infrarot-Trockner (1) mit Infrarot-Strahlern (4) und einem in Bahnlaufrichtung (L) dahinter angeordneten Lufttrockner (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lufttrockner (2) Mittel aufweist, um den Wärmeübergangskoeffizienten zwischen der Trocknungsluft (8) und der Bahn (B) in Bahnlaufrichtung (L) ansteigend verlaufend einzustellen. 15
20

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lufttrockner (2) Blasdüsen (7) mit Luftklappen (10) enthält, mittels der sich der aus einer Blasdüse (7) austretende Strom an Trocknungsluft (8) einstellen lässt. 25
30

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Austrittsquerschnitt der Düsenslitze oder -löcher (11) jeder Blasdüse (7) variabel ist. 35

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Blasdüsen (7) Trocknungsluft (8) über eine gemeinsame Lufthaube (9) zuführbar ist. 40

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abluft (AL) aus dem Infrarot-Trockner (1) der Trocknungsluft (8) des Lufttrockners (2) zumischbar ist. 45

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich an der Unterseite der Lufthaube (9) zwischen den Blasdüsen (7) Absaugöffnungen (12) befinden, wobei sich der Querschnitt der Absaugöffnungen (12) und/oder deren Anzahl für einen steigenden Absaugquerschnitt in Bahnlaufrichtung (L) vergrößert. 50

55

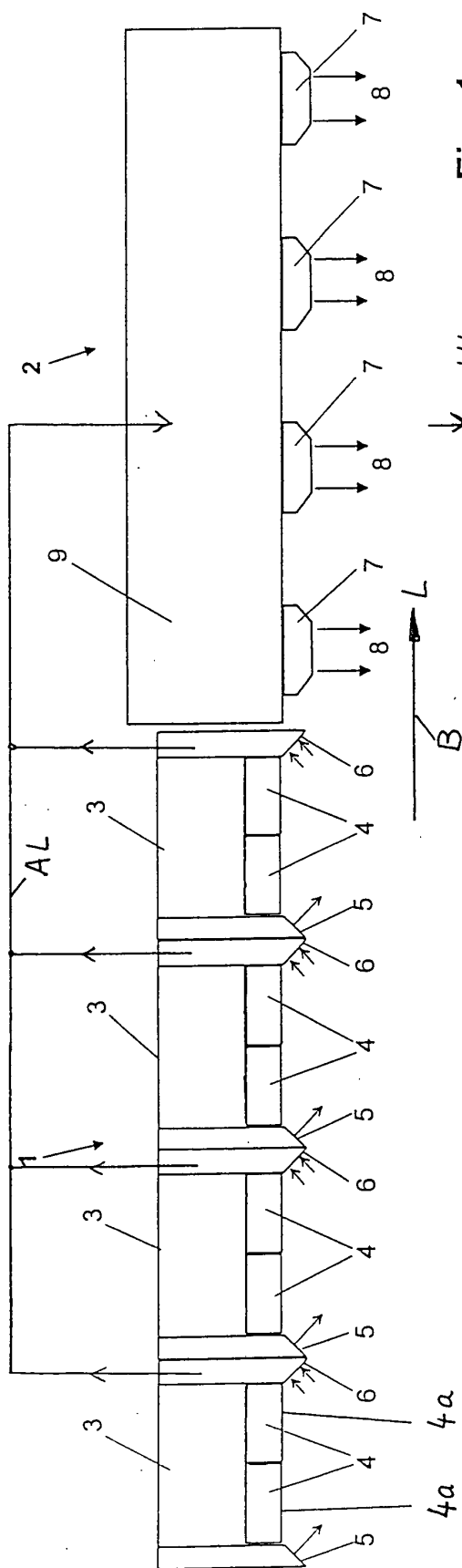


Fig. 1

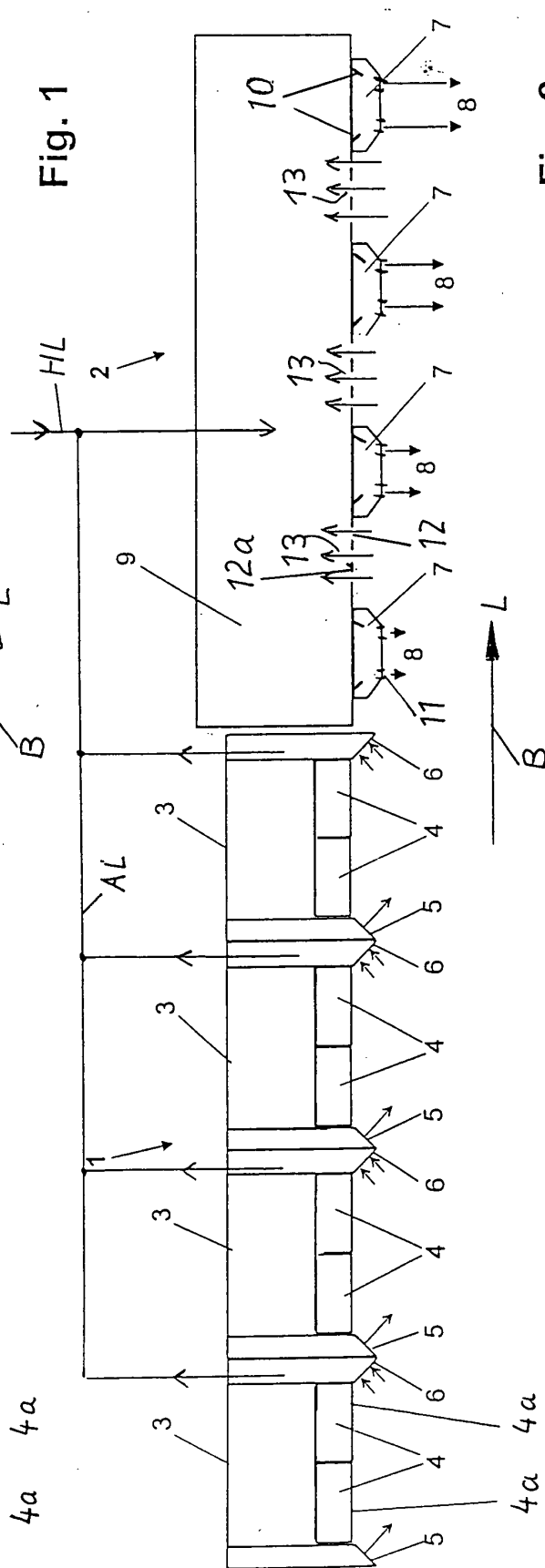


Fig. 2

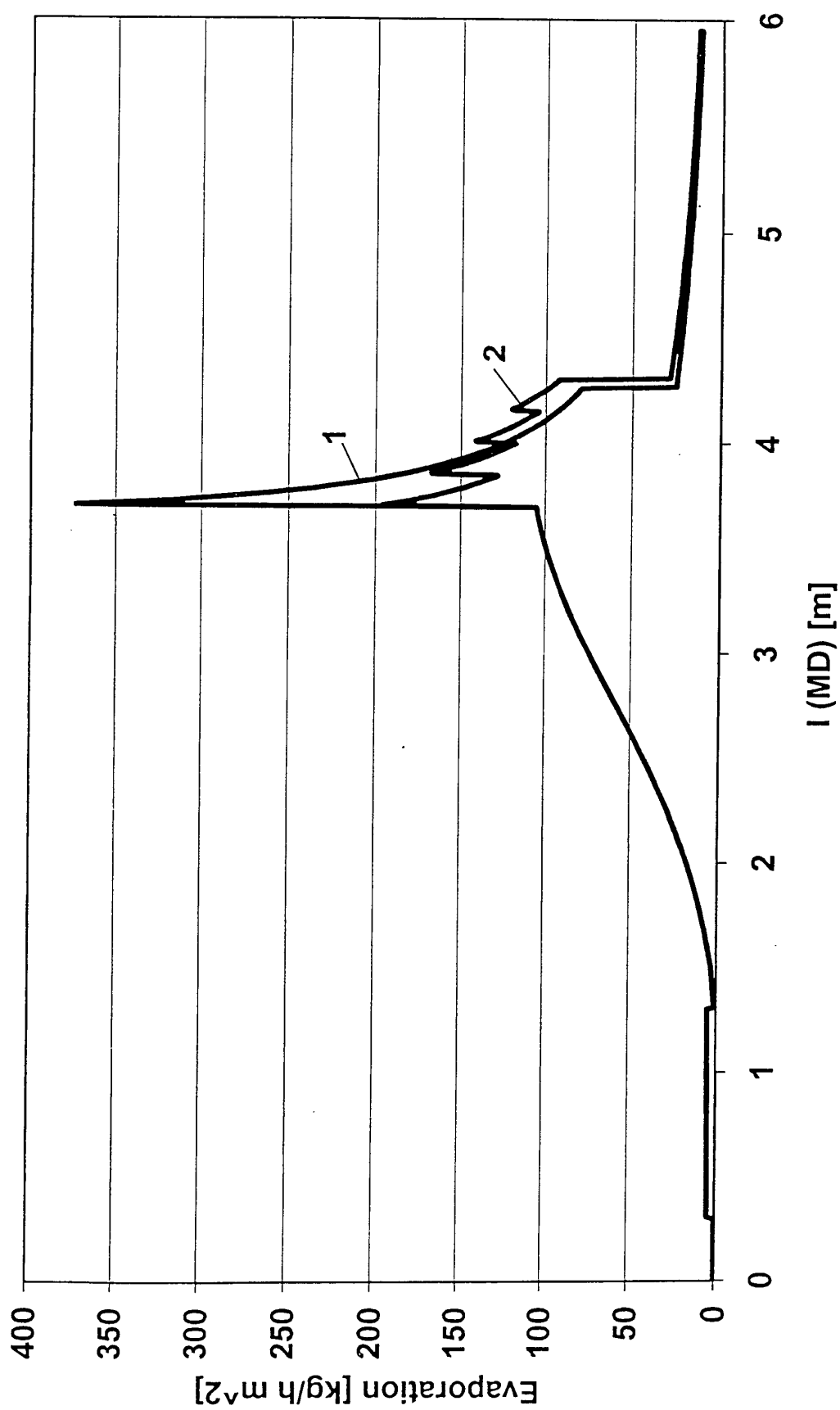


Fig. 3

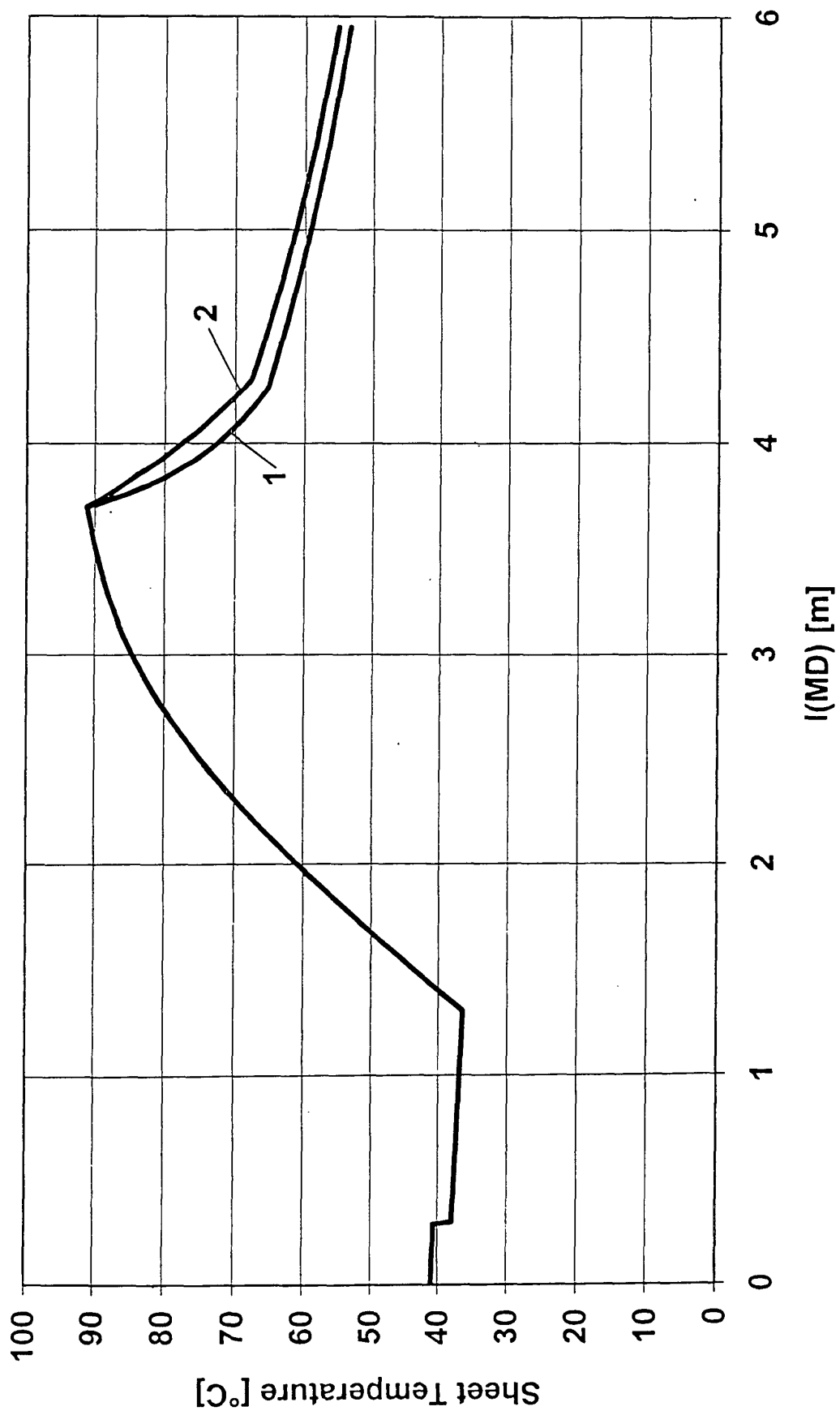


Fig. 4