



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.08.2015 Patentblatt 2015/35

(51) Int Cl.:
C21D 9/573 (2006.01) C21D 1/667 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15156041.4**

(22) Anmeldetag: **22.02.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Stutz, Josef**
5618 Bettwil (CH)
(72) Erfinder: **Stutz, Josef**
5618 Bettwil (CH)
(74) Vertreter: **Lotze, Rüdiger**
Gladiolenweg 41
53859 Niederkassel (DE)

(30) Priorität: **22.02.2014 EP 14156272**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung von Metallbändern**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kühlung eines Metallbandes (B), insbesondere eines Aluminiumbandes, umfassend wenigstens eine Düse (1), wobei die wenigstens eine Düse (1) derart gestaltet ist, dass wenigstens eine Bandseite mit einem im

Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm (W, W1, W2) beaufschlagbar ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Anlage zur thermischen Behandlung von Metallbändern (B) sowie ein Verfahren zum Kühlen von Metallbändern (B).

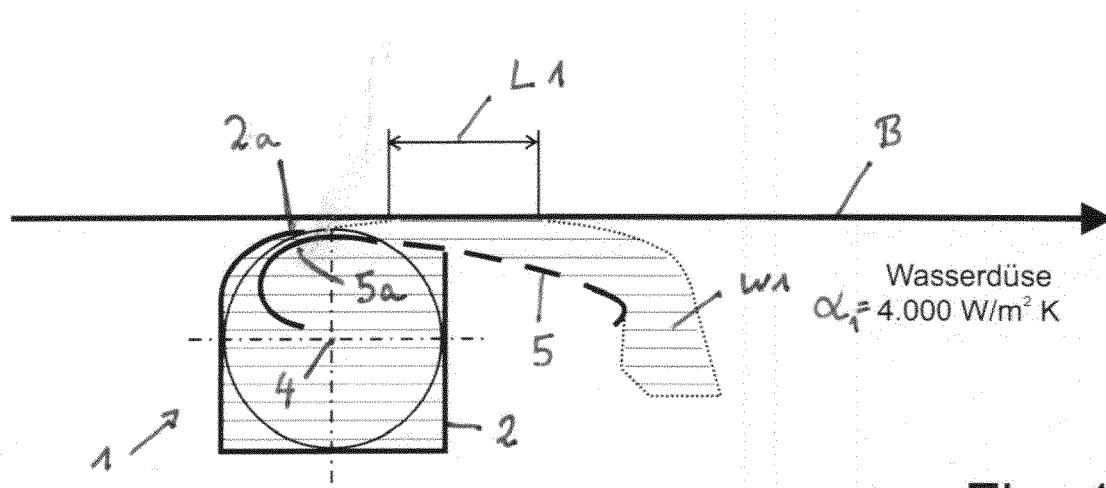


Fig. 1a

Beschreibung

[0001] Die Erfindungsmeldung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kühlung von Metallbändern, insbesondere von hochlegierten Aluminiumbändern. Ferner betrifft die Erfindung eine Anlage zur thermischen Behandlung von Metallbändern mit einer solchen Vorrichtung.

[0002] Metallbänder der vorstehend genannten Art kommen insbesondere in der Automobilindustrie und der Flugzeugindustrie zum Einsatz. Um die gewünschten Eigenschaften, insbesondere eine hohe Härte, zu gewährleisten, muss die Rekristallisation der Metallbänder durch eine starke Kühlung in vorbestimmter Weise beeinflusst werden.

[0003] In einer bekannten Anwendung wird beispielsweise ein Aluminiumband der Dicke 0,2 bis 6,5 mm in einem Glühofen bis auf 570°C erwärmt, bei dieser Temperatur ein bestimmtes Zeitintervall (z.B. 0 bis 500 sec, speziell 5 bis 60 sec) gehalten und anschließend schnell abgekühlt. Konventionell kommen hierbei sogenannte Sprühstöcke zum Einsatz, mit welchen Wasser auf die Bandoberfläche aufgesprüht wird. Hierbei besteht das Problem, dass die Kühlleistung sich nicht exakt und reproduzierbar einstellen lässt.

[0004] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Kühlen von Metallbändern in einer Bandbehandlungsanlage anzugeben, mit welchem die Kühlung mit vorbestimmtem Kühlgradienten sicher und in reproduzierbarer Weise möglich ist.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Vorrichtung zur Kühlung eines Metallbandes, insbesondere eines Aluminiumbandes, gelöst wobei die Vorrichtung wenigstens eine Düse umfasst, wobei die wenigstens eine Düse derart gestaltet ist, dass wenigstens eine Bandseite mit einem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm beaufschlagbar ist.

[0006] Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass durch die besondere Gestaltung der wenigstens einen Düse der erfindungsgemäßen Vorrichtung, nicht, wie aus dem Stand der Technik bekannt, ein Sprühstrahl erzeugt wird, sondern ein im Wesentlichen geschlossener Wasserfilm. Mithilfe des auf das Band gerichteten Wasserfilms sind Wärmeströme zwischen 1 kW/m² K h und 11 kW/m² K h erreichbar, so dass problemlos Kühlraten von 300 bis 1000 K/sec zuverlässig eingestellt werden können. Insbesondere lassen sich also sehr starke Abkühlraten, wie sie beispielsweise bei für den Flugzeugbau vorgesehenen Blechen der Legierung 2XXX, 5XXX, 7XXX erforderlich sind, einstellen. Weiterhin kann die Tragfunktion des Wassers in einer Anlage zur schwebenden Führung der Metallbänder ausgenutzt werden.

[0007] Erfindungsgemäß wird also nicht gesprüht, sondern ein homogen gleichmäßiger Wasserfilm auf das zu kühlende Band geleitet. Im Falle eines Wasserfilms kann über einen regelbaren Motor einer Antriebs- bzw.

Pumpeinheit die Wasserfließgeschwindigkeit und der Wasservolumenstrom eingestellt werden. Des Weiteren kann selbstverständlich auch über die Wassertemperatur die Schnellabkühlung beeinflusst werden. Ein besonders hoher Wärmeübergang ergibt sich bei einer Beaufschlagung der Bandoberfläche von der Unterseite. Ferner sind bei der Wasserfilmbeaufschlagung von unten keine Abquetschwalzen erforderlich.

[0008] "Im Wesentlichen geschlossener Wasserfilm" im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet dabei, dass der durch die spezielle Form der Düse erzeugte Wasserfilm insoweit vollständig geschlossen ist, wie die jeweils gewählte Düsenbauform dies ermöglicht. Wird beispielsweise der Wasserfilm durch den Einbau spezieller Leitelemente in die Düse unterteilt, um etwa über die Breite des zu kühlenden Metallbandes verschiedene Abschnitte mit unterschiedlicher Kühlleistung zu beaufschlagen, so handelt es sich im Sinne der vorliegenden Erfindung dennoch um einen im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm, mit welchem die Vorteile der vorliegenden Erfindung erreicht werden.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann vorteilhaft weitergebildet werden. So ist nach einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass sich die wenigstens eine Düse über die gesamte Breite des zu kühlenden Bandes erstreckt. Hierdurch kann das Metallband über seine gesamte Breite gekühlt werden, was einer Verformung, insbesondere Beulung, des Metallbandes infolge stark unterschiedlicher Kühlleistungen über die Breite des Bandes, die Aluminiumbändern bis zu 2,5 m betragen kann, entgegenwirkt.

[0010] Die konstruktive Gestaltung der Düse kann unterschiedlich sein. Entscheidend ist, dass sie die Erzeugung eines im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms ermöglicht. Sie kann konstruktiv beispielsweise an das Design von Tragflächendüsen, Bogendüsen oder doppelten Druck/Saugdüsen angelehnt sein.

[0011] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die wenigstens eine Düse einen im Wesentlichen senkrecht zur Banderstreckung angeordneten Düsenkasten sowie wenigstens eine schlitzförmige Austrittsöffnung zur Beaufschlagung der Bandoberfläche mit dem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm. Düsenanordnungen dieser Art sind in vergleichbarer Form aus dem Stand der Technik bekannt. Sie werden insbesondere zur schwebenden Führung von metallischen Bändern mittels eines Luftstroms eingesetzt. Es ist daher möglich, bestehende Anlagen dieser Art mit vergleichsweise geringem technischem Aufwand umzurüsten, um eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung einzubauen.

[0012] Die erfindungsgemäß vorgesehene wenigstens eine Düse kann dadurch weitergebildet sein, dass sie ein, insbesondere perforiertes, Leitblech zur Führung des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms aufweist. Durch das Leitblech kann der im Wesentlichen geschlossene Wasserfilm auf einer präzise definierten Bahnkurve geleitet werden, wobei sich der Wasserfilm

bei Einsatz eines perforierten Leitbleches weiter stabilisiert und beruhigt.

[0013] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die wenigstens eine schlitzförmige Austrittsöffnung auf der einen Seite durch einen Kantenabschnitt des Düsenkastens und auf der anderen Seite durch einen Endabschnitt des Leitblechs berandet, wobei vorzugsweise der Kantenabschnitt des Düsenkastens und der Endabschnitt des Leitblechs derart geformt sind, dass im Düsenkasten der wenigstens eine Düse ein in die schlitzförmige Austrittsöffnung mündender, schneckenförmiger Auslasskanal gebildet ist. Hierdurch wird ein besonders gleichmäßiger Wasserfilm erzeugt, der im Einsatz zu einer entsprechend gleichmäßigen definierten Kühlung des Metallbandes führt.

[0014] Die Austrittsrichtung des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms relativ zur Bandbewegung kann unterschiedlich gewählt sein. Bevorzugt ist die wenigstens eine schlitzförmige Austrittsöffnung der wenigstens einen Düse derart ausgerichtet, dass der Wasserfilm in Bandlaufrichtung aus der Düse austritt. Hierdurch wird aufgrund einer minimierten Relativgeschwindigkeit zwischen Metallband und Wasserfilm die Verwirbelung an der Kontaktfläche zwischen Wasserfilm und Metallband minimiert, was ebenfalls zu einer gleichmäßigeren Kühlung beiträgt. Wie experimentelle Untersuchungen gezeigt haben, ist eine störende Dampfentwicklung bei der Beaufschlagung der Bandoberfläche durch den im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm vernachlässigbar gering.

[0015] Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Düse wenigstens zwei schlitzförmige Austrittsöffnungen auf, wobei die eine schlitzförmige Austrittsöffnung derart ausgerichtet ist, dass sie einen in Bandlaufrichtung aus der Düse austretenden, im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm erzeugt, und die andere schlitzförmige Austrittsöffnung derart ausgerichtet ist, dass sie einen gegen die Bandlaufrichtung aus der Düse austretenden, im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm erzeugt. Hierdurch kann auch bei Bereitstellung nur einer Düse und damit bei Minimierung des konstruktiven Aufwands der Kühleffekt maximiert werden.

[0016] Je nach Anwendung, so beispielsweise bei der Herstellung von Blechen für den Flugzeugbau, ist eine sehr präzise Prozessführung bei der Schnellabkühlung der Bleche erforderlich. Hierzu ist es notwendig, die Kühlrate sehr präzise einzustellen. Um dies zu erreichen, ist nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die wenigstens eine Düse relativ zur Bandoberfläche verlagerbar, insbesondere höhenverstellbar und/oder neigungsverstellbar, insbesondere axial drehbar, ist, so dass die Bandoberfläche unter variablem Winkel und variabler Wirklänge mit dem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm beaufschlagbar ist. Die Wirklänge bzw. die Länge der Kontaktfläche beeinflusst ihrerseits die Verweilzeit des Wasserfilms auf der Bandoberfläche.

[0017] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die wenigstens eine Düse Mittel zur Unterteilung des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms auf, derart, dass über die Breite des zu kühlenden Bandes unterschiedliche Kühlraten einstellbar sind. Bevorzugt sind die Mittel als wenigstens ein Trennblech ausgebildet. Mithilfe von Trennblechen kann in dem Düsenkörper der Vorrichtung eine unterschiedliche Kühlrate zur Mitte und den Kanten des Bandes eingestellt werden. Diese Variante kann so Beulungen des gekühlten Bandes beeinflussen, insbesondere minimieren. Die Einrichtung kann zudem mit Beobachtungsfenstern ausgestattet sein, so dass die Verformung in einer entsprechenden Prozessüberwachung erkannt wird und dann entsprechend angepasst werden kann.

[0018] Um die Kühlleistung der Vorrichtung weiter zu steigern und spezielle Abkühlungsprofile zu realisieren, kann ferner vorgesehen sein, dass die Vorrichtung eine Mehrzahl von Düsen umfasst, wobei wenigstens eine erste Düse zur Beaufschlagung der Bandoberfläche mit dem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm ausgebildet ist und wenigstens eine zweite Düse zur Beaufschlagung der Bandoberfläche mit einem Gasstrom, insbesondere einem Luftstrom, ausgebildet ist.

[0019] Die wenigstens eine erste Düse zur Beaufschlagung der Bandoberfläche mit dem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm und die wenigstens eine zweite Düse zur Beaufschlagung der Bandoberfläche mit einem Gasstrom, insbesondere einem Luftstrom, können prinzipiell konstruktiv gleichartig ausgebildet sein, was den konstruktiven Aufwand weiter reduziert. Dementsprechend kann auch die wenigstens eine erste Düse nach kurzer Umrüstzeit auch als Gas- bzw. Luftdüse eingesetzt werden bzw. die wenigstens eine zweite Düse als Düse zur Erzeugung des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms.

[0020] Bevorzugt ist dabei die Antriebs- bzw. Pumpeinheit derart gewählt, dass sie je nach Bedarf einen Wasserstrom oder einen Gasstrom erzeugen kann. Hierzu sind spezielle Pumpen in Sonderbauweise erforderlich.

[0021] Der aus der wenigstens einen zweiten Düse austretende Gasstrom seinerseits kann, wenn er von der Unterseite auf die Bandoberfläche geblasen wird, sowohl eine Kühl- als auch eine Tragfunktion ausüben.

[0022] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Anlage zur thermischen Behandlung von Metallbändern, insbesondere zum Glühen, umfassend eine Vorrichtung zum Kühlen der Metallbänder nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

[0023] Für die Vorteile einer solchen Anlage gelten die vorstehenden Ausführungen entsprechend.

[0024] Die eingangs gestellte Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren zum Kühlen von Metallbändern mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 gelöst, wobei mittels der wenigstens einen Düse ein im Wesentlichen geschlossener Wasserfilm erzeugt wird und wenigstens eine Bandseite mit dem im Wesentlichen

geschlossenen Wasserfilm beaufschlagt wird.

[0025] Für die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens gelten die vorstehenden Ausführungen wiederum entsprechend.

[0026] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Metallband zusätzlich durch einen aus wenigstens einer zweiten Düse austretenden Gasstrom, insbesondere durch einen Luftstrom, gekühlt.

[0027] Es versteht sich, dass alle vorteilhaften Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 2 bis 12 sich auch vorteilhaft in dem erfindungsgemäßen Verfahren auswirken, mithin mit diesem kombinierbar sind, und somit auch vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellen.

[0028] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Ausführungsbeispiele der Erfindung darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1a-e: die Düse einer Vorrichtung zur Kühlung eines Metallbandes mittels eines im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms in verschiedenen Betriebsweisen (teilweise mit einer weiteren Düse),

Fig. 2: eine Anlage zur thermischen Behandlung eines Metallbandes mit einer Ofeneinheit, einer Vorrichtung zum Kühlen des Metallbandes durch einen im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm und einer weiteren Luftkühleinheit in schematischer Längsschnittansicht in einer ersten Betriebsweise mit niedriger Kühlrate mit dem dazugehörigen Temperaturprofil des Metallbandes,

Fig. 3: die Anlage der Fig. 2 in einer zweiten Betriebsweise mit mittlerer Kühlrate mit dem dazugehörigen Temperaturprofil des Metallbandes,

Fig. 4: die Anlage der Fig.2 in einer dritten Betriebsweise mit hoher Kühlrate mit dem dazugehörigen Temperaturprofil des Metallbandes,

Fig. 5a: eine weitere Ausgestaltung einer Vorrichtung zum Kühlen von Metallbändern mittels eines im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms im schematischen Längsschnitt,

Fig. 5b: die Vorrichtung der Fig. 5a in Querschnittsansicht, und

Fig. 6: verschiedene Abkühlraten im Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Kühlung eines Metallbandes mit Vergleichsversu-

chen mit einem Luftstrom.

[0029] Die Fig. 1a bis 1c zeigen jeweils eine Düse 1 einer Vorrichtung zur Kühlung eines Metallbandes, insbesondere eines Aluminiumbandes in einer Querschnittsansicht. Die Düse 1 umfasst einen im Wesentlichen senkrecht zur Banderstreckung angeordneten Düsenkasten 2 sowie wenigstens eine schlitzförmige Austrittsöffnung 3. Der Düsenkasten 2 erstreckt sich vorliegend über die gesamte Breite eines oberhalb der Düse 1 nach rechts laufenden Metallbandes B, so dass das Metallband B, vorliegend eine Aluminiumband, entsprechend über seine gesamte Breite gekühlt werden kann. Durch eine in den Fig. 1a bis 1e nicht dargestellte Pumpeinheit (vgl. Fig. 5) wird ein Wasserstrom erzeugt, welcher auf einer der beiden Stirnseiten des Düsenkastens 2 oder auf beiden Stirnseiten in diesen eingeleitet wird. Die schlitzförmige Austrittsöffnung 3 ist derart gestaltet, dass der Wasserstrom als im Wesentlichen geschlossener Wasserfilm W1 aus dem Düsenkasten 2 austritt und als solcher auf die Oberfläche des zu kühlenden Bandes B auftrifft.

[0030] Wie sich ferner aus den Fig. 1a bis 1e ergibt, umfasst die Düse ferner ein - vorliegend perforiertes - Leitblech 5, welches der Führung des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms W1, W2 auf einer präzise definierten Bahnkurve dient. Durch die Perforation des Leitbleches 5 wird der Wasserfilm weiter stabilisiert und beruhigt, so dass unerwünschte Verwirbelungen im Wasserfilm minimiert sind. Ferner ist die schlitzförmige Austrittsöffnung 3 auf der einen Seite durch einen Kantenabschnitt 2a des Düsenkastens 2 und auf der anderen Seite durch einen Endabschnitt 5a des 5 Leitblechs 5 berandet, wobei vorliegend der Kantenabschnitt 2a des Düsenkastens 2 und der Endabschnitt 5a des Leitblechs 5 derart geformt sind, dass im Düsenkasten 2 der Düse 1 ein in die schlitzförmige Austrittsöffnung 3 mündender, schneckenförmiger Auslasskanal gebildet ist.

[0031] Wie in den Fig. 1a bis 1e ebenfalls erkennbar, ist der Abstand des Düsenkastens 2 relativ zum Metallband B variabel einstellbar. So ist der Abstand des Düsenkastens 2 zum Metallband B in Fig. 1a deutlich geringer gewählt als in Fig. 1b oder 1c. Ferner ist der Düsenkasten 2 relativ zum Metallband B um seine Längsachse 4 dreh- bzw. kippbar. So ist der Düsenkasten 2 in Fig. 1b um ca. 5° gegenüber seiner in Fig. 1a dargestellten Grundstellung verkippt. Der gegenüber Fig. 1a vergrößerte Abstand des Düsenkastens 2 zum Metallband B kombiniert mit der Verkipfung um ca. 5° sorgt für eine stark vergrößerte Wirklänge L2 des geschlossenen Wasserfilms und damit für einen um den Faktor 1,5 erhöhten Wärmeübergangskoeffizienten α . Aus der Wirklänge L1 kann durch Multiplikation mit der Breite des Metallbandes B entsprechend die Kontaktfläche berechnet werden. So beträgt der Wärmeübergangskoeffizienten α bei der Konfiguration der Fig. 1a $\alpha_1 = 4000 \text{ W/m}^2\text{K}$, während sie bei der Konfiguration der Fig. 1b $\alpha_2 = 6000 \text{ W/m}^2\text{K}$ beträgt. Hieraus ist erkennbar, dass durch Einstellung des

Abstands der Düse zum Metallband B und ihrer Neigung die Kühlleistung präzise eingestellt werden kann. Ferner ist es möglich, durch Einstellung des Volumenstroms des Kühlwassers sowie ggf. seiner Temperatur kontrolliert Einfluss auf die Kühlleistung zu nehmen.

[0032] Fig. 1c zeigt zum Vergleich den Betrieb der Düse 1 mit einem Luftstrom. Hier beträgt der Wärmeübergangskoeffizienten bei ansonsten im Wesentlichen gleicher relativer Anordnung des Düsenkastens 2 gegenüber dem Metallband B lediglich $\alpha_3 = 250 \text{ W/m}^2\text{K}$, obwohl hier, wie erkennbar, die Wirklänge L_3 gegenüber der Konfiguration der Fig. 1 b nochmals deutlich erhöht ist.

[0033] Die Fig. 1d und 1e zeigen eine besonders bevorzugte Kombination zweier Düsen 1, bei der jeweils eine Düse 1 mit einem Wasserstrom gespeist wird (Fig. 1d, rechts), während die andere Düse mit einem Luftstrom gespeist wird. In Fig. 1d sind die Düsenkästen 2 derart ausgerichtet, dass der im Wesentlichen geschlossene Wasserfilm W1 und der aus dem anderen Düsenkasten 1 austretende Luftstrom G1 in Laufrichtung des Metallbandes B aus den jeweiligen schlitzförmigen Austrittsöffnungen 3 austreten. In Fig. 1e ist hingegen der Luftstrom G1 gegen die Bandlaufrichtung gerichtet, während der im Wesentlichen geschlossene Wasserfilm W2 unverändert in Bandlaufrichtung aus dem Düsenkasten 2 austritt. Beide Düsenkästen 2 der Anordnungen der Fig. 1d und 1e können im Wesentlichen gleichartig ausgeführt sein, wobei stets entscheidend ist, dass die Düsenkästen 2 derart konstruiert sind, dass sich ein im Wesentlichen geschlossener Wasserfilm erzeugen lässt.

[0034] Die Fig. 2 bis 4 zeigen jeweils eine Anlage zur thermischen Behandlung von Metallbändern. Die Anlage umfasst einen Glühofen 100, in welchem ein Metallband, B vorliegend ein Aluminiumband, schwebend geführt und von beiden Seiten durch aus Düsenkästen 10 austretende Heißluft beblasen wird. Daran anschließend wird das Band in einer Beblasungseinheit 150 nochmals mit Heißluft beblasen. Sodann folgt in Bandlaufrichtung eine Vorrichtung 50 zum Kühlen des Metallbandes B, in welcher eine kontrollierte Schnellabkühlung des Bandes durch einen im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm erfolgt. Anschließend folgt ein Lufrakel 210 und ein Luftkühler 200 mit weiteren Düsenkästen 10.

[0035] Im Betrieb der Anlage wird zunächst das mit ca. 60 m/min laufende Aluminiumband B im Glühofen 100 bei einer Temperatur von ca. 550°C geglüht. Anschließend wird das Band B in der Beblasungseinheit 150 mit einem Heißluftstrom (Pfeil 20, 600°C, 5000 Nm³/h) beblasen. Sodann erfolgt in der Vorrichtung 50 zum Kühlen des Metallbandes B eine Schnellabkühlung des Bandes B mittels eines im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms W, welcher aus einer unter dem Band B angeordneten Düse 1 austritt (verschiedene Kühlraten in den Fig. 2 bis 4). Die Düse 1 wird aus einem Wasserreservoir R gespeist, in welches das vom Band abströmende Wasser zurückfließt. Durch den Lufrakel (Pfeil 22, 40°C, 15000 Nm³/h) wird verbleibendes Wasser von der Bandoberfläche entfernt. Schließlich tritt das je nach gewählter Ab-

kühlrate (560 K/sec, 480 K/sec, 380 K/sec) abgekühlte Band in einen Luftkühler ein, wo es schwebend geführt und weiter abgekühlt wird. In den Fig. 2 bis 4 ist deutlich erkennbar, dass durch Wahl einer definierten Wirklänge des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms die Abkühlrate deutlich variiert werden kann.

[0036] Fig. 5a, links zeigt schließlich eine konkrete Ausgestaltung einer Düse 1' zur Erzeugung eines im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms, welcher in Bandlaufrichtung aus dem Düsenkasten 2' austritt. Die Düse 1' umfasst, wie erwähnt, einen Düsenkasten 2' sowie ein Leitblech 5', bei dem ein Wasserfilm mit der Wirklänge X_1 erzeugt wird. Die Ausgestaltung der Fig. 5a, rechts zeigt eine spezielle Ausgestaltung der Düse, bei der zwei im Wesentlichen geschlossene Wasserfilme aus dem Düsenkasten austreten, wobei ein Wasserfilm in Bandlaufrichtung und der andere Wasserfilm entsprechend gegen die Bandlaufrichtung aus dem Düsenkasten austritt. Die resultierende Wirklänge X_2 ergibt sich aus den beiden Einzelwirklängen der Wasserfilme.

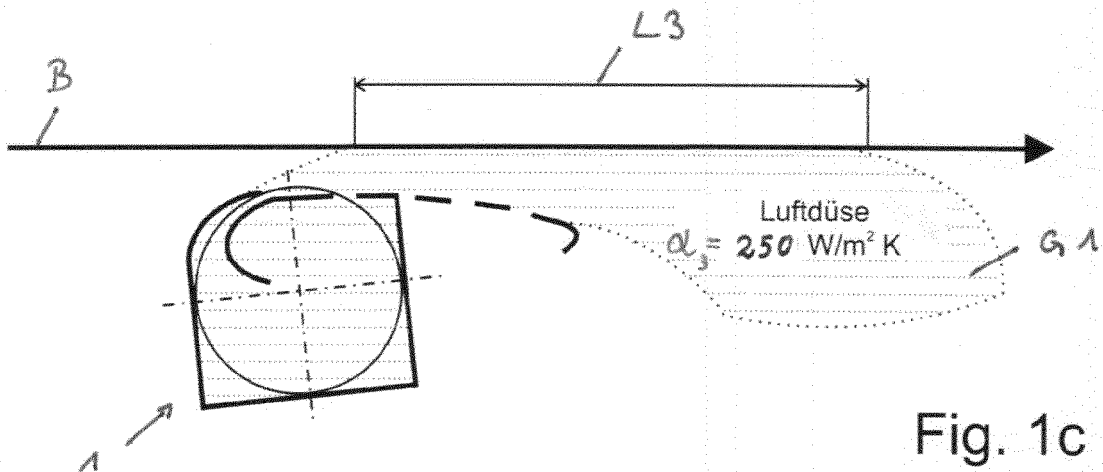
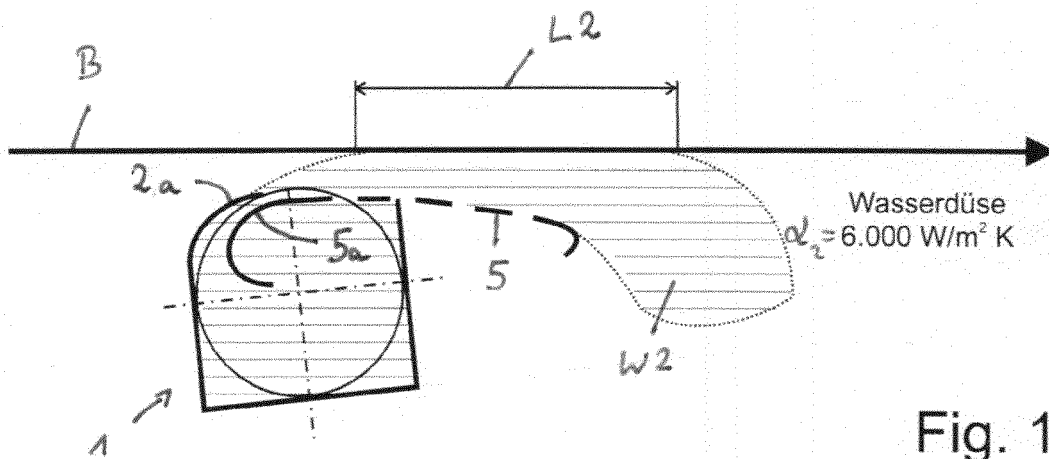
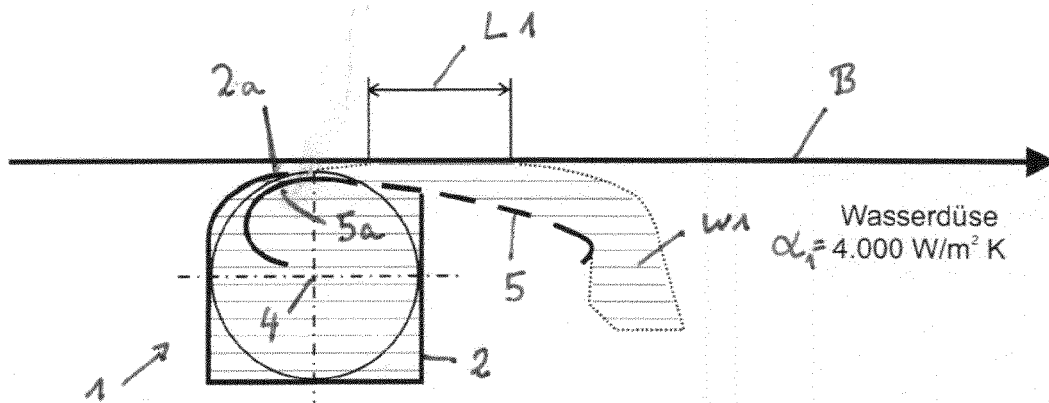
[0037] Fig. 5b zeigt die Anordnung in um 90° gedrehter Ansicht mit dargestellter Pumpeinheit P. Diese ist bevorzugt derart ausgebildet, dass sie sowohl zum Erzeugen eines Wasserstromes als auch eine Luftstromes geeignet ist.

[0038] Fig. 6 zeigt experimentelle Ergebnisse für den Temperaturverlauf an mittels der vorstehend beschriebenen Kühlvorrichtung abgekühlten Metallbändern (1 mm Dicke), wobei die Bandlaufgeschwindigkeit konstant 120 m/min gewählt wurde. Die ersten drei Kurven zeigen eine Wasserkühlung mit verschiedenen Abkühlraten (300 K/sec, 450 K/sec, 600 K/sec). Die beiden weiteren Kurven zeigen zum Vergleich eine reine Luftkühlung mit 60 und 120 K/sec Abkühlrate.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kühlung eines Metallbandes (B), insbesondere eines Aluminiumbandes, umfassend wenigstens eine Düse (1), wobei die wenigstens eine Düse (1) derart gestaltet ist, dass wenigstens eine Bandseite mit einem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm (W, W1, W2) beaufschlagbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Düse (1) sich über die gesamte Breite des zu kühlenden Bandes (B) erstreckt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Düse (1) einen im Wesentlichen senkrecht zur Banderstreckung angeordneten Düsenkasten (2) sowie wenigstens eine schlitzförmige Austrittsöffnung (3) zur Beaufschlagung der Bandoberfläche mit dem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm (W, W1, W2) umfasst.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine Düse (1) ein, insbesondere perforiertes, Leitblech (5) zur Führung des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms (W, W1, W2) aufweist. 5
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine schlitzförmige Austrittsöffnung (3) auf der einen Seite durch einen Kantenabschnitt (2a) des Düsenkastens (2) und auf der anderen Seite durch einen Endabschnitt des Leitblechs (5a) berandet ist. 10
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Kantenabschnitt (2a) des Düsenkastens (2) und der Endabschnitt (5a) des Leitblechs (5) derart geformt sind, dass im Düsenkasten (2) der wenigstens eine Düse (1) ein in die schlitzförmige Austrittsöffnung (3) mündender, schneckenförmiger Auslasskanal gebildet ist. 15 20
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine schlitzförmige Austrittsöffnung (3) derart ausgerichtet ist, dass der im Wesentlichen geschlossene Wasserfilm (W, W1, W2) in Bandlaufrichtung aus der wenigstens einen Düse (1) austritt. 25 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Düse (1) wenigstens zwei schlitzförmige Austrittsöffnungen (3) aufweist, wobei die eine schlitzförmige Austrittsöffnung (3) derart ausgerichtet ist, dass sie einen in Bandlaufrichtung aus der wenigstens einen Düse (1) austretenden, im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm (W, W1, W2) erzeugt, und die andere schlitzförmige Austrittsöffnung (3) derart ausgerichtet ist, dass sie einen gegen die Bandlaufrichtung aus der wenigstens einen Düse austretenden, im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm (W, W1, W2) erzeugt. 35 40 45
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine Düse (1) derart relativ zur Bandoberfläche verlagerbar, insbesondere höhenverstellbar und/oder neigungsverstellbar ist, dass die Bandoberfläche unter variablem Winkel und variabler Kontaktfläche mit dem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm (W, W1, W2) beaufschlagbar ist. 50 55
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine Düse (1) Mittel zur Unterteilung des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms (W, W1, W2) aufweist, derart, dass über die Breite des zu kühlenden Bandes (B) unterschiedliche Kühlraten einstellbar sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mittel zur Unterteilung des im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms als wenigstens ein Trennblech ausgebildet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorrichtung eine Mehrzahl von Düsen (1) umfasst, wobei wenigstens eine erste Düse (1) zur Beaufschlagung der Bandoberfläche mit einem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilms (W, W1, W2) ausgebildet ist und wenigstens eine zweite Düse (1) zur Beaufschlagung der Bandoberfläche mit einem Gasstrom (G1), insbesondere einem Luftstrom, ausgebildet ist.
13. Anlage zur thermischen Behandlung von Metallbändern, insbesondere zum Glühen, umfassend eine Vorrichtung (150) zum Kühlen der Metallbänder (B) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.
14. Verfahren zum Kühlen von Metallbändern (B) mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
mittels der wenigstens einen Düse (1) ein im Wesentlichen geschlossener Wasserfilm (W, W1, W2) erzeugt wird und wenigstens eine Bandseite mit dem im Wesentlichen geschlossenen Wasserfilm (W, W1, W2) beaufschlagt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Metallband (B) zusätzlich durch einen aus wenigstens einer zweiten Düse (1) austretenden Gasstrom (G1), insbesondere durch einen Luftstrom, gekühlt wird.



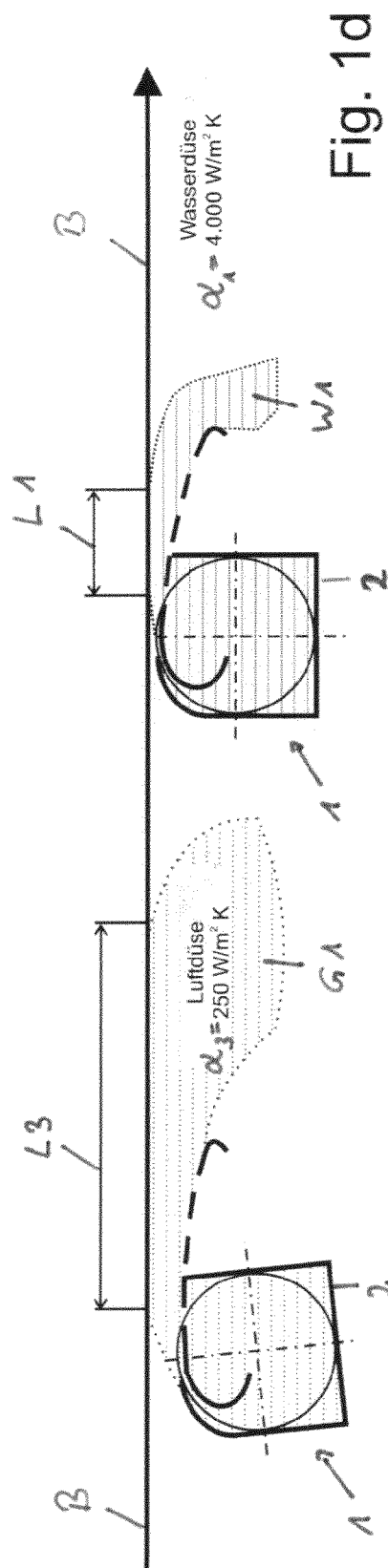


Fig. 1d

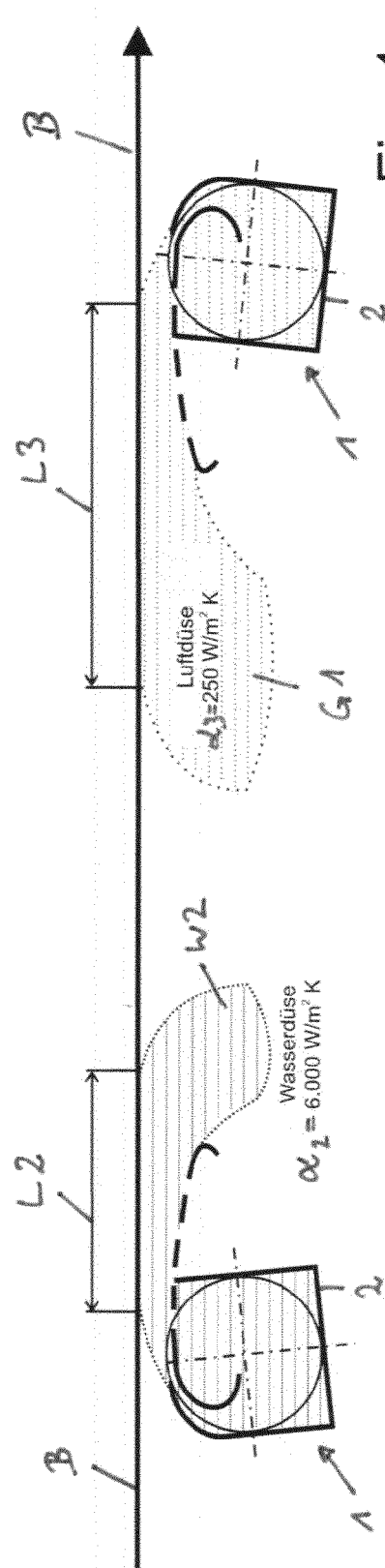


Fig. 1e

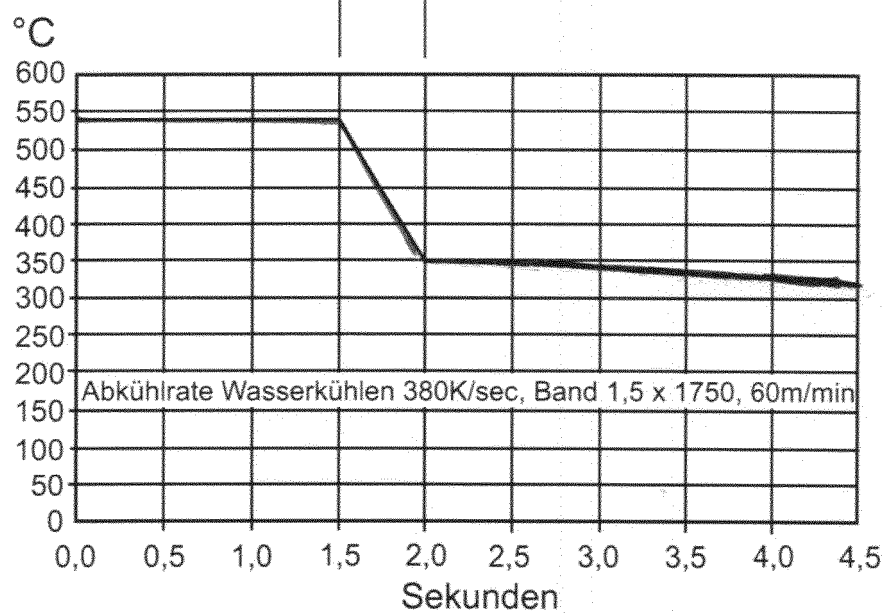
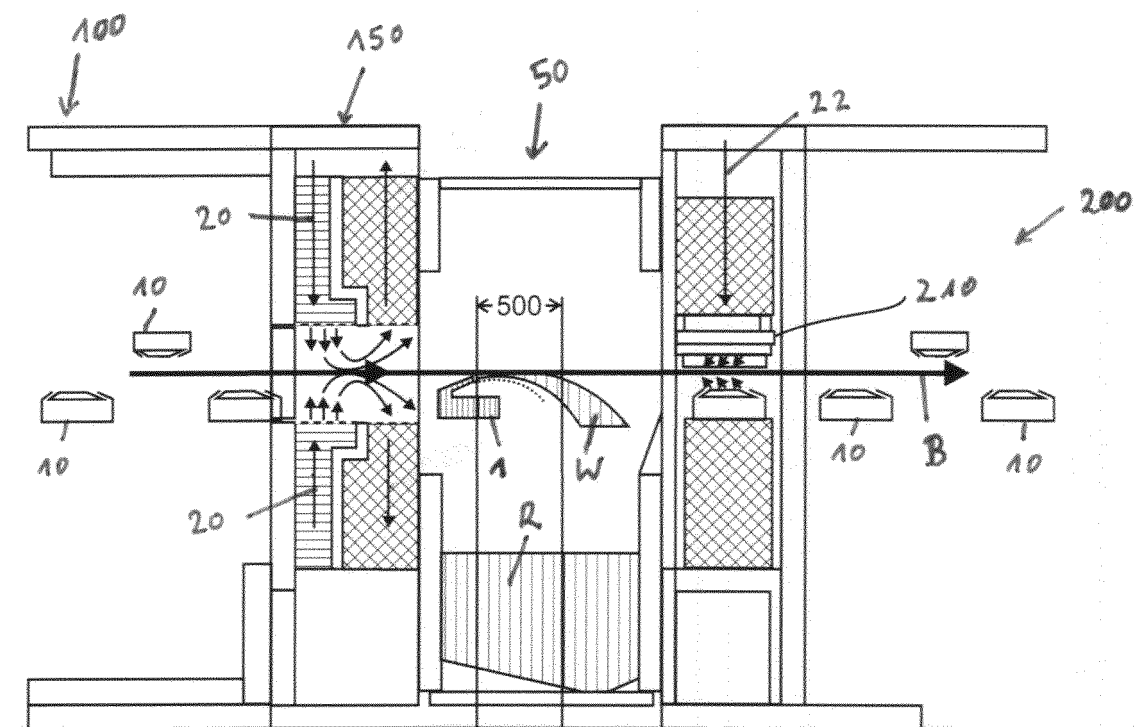


Fig. 2

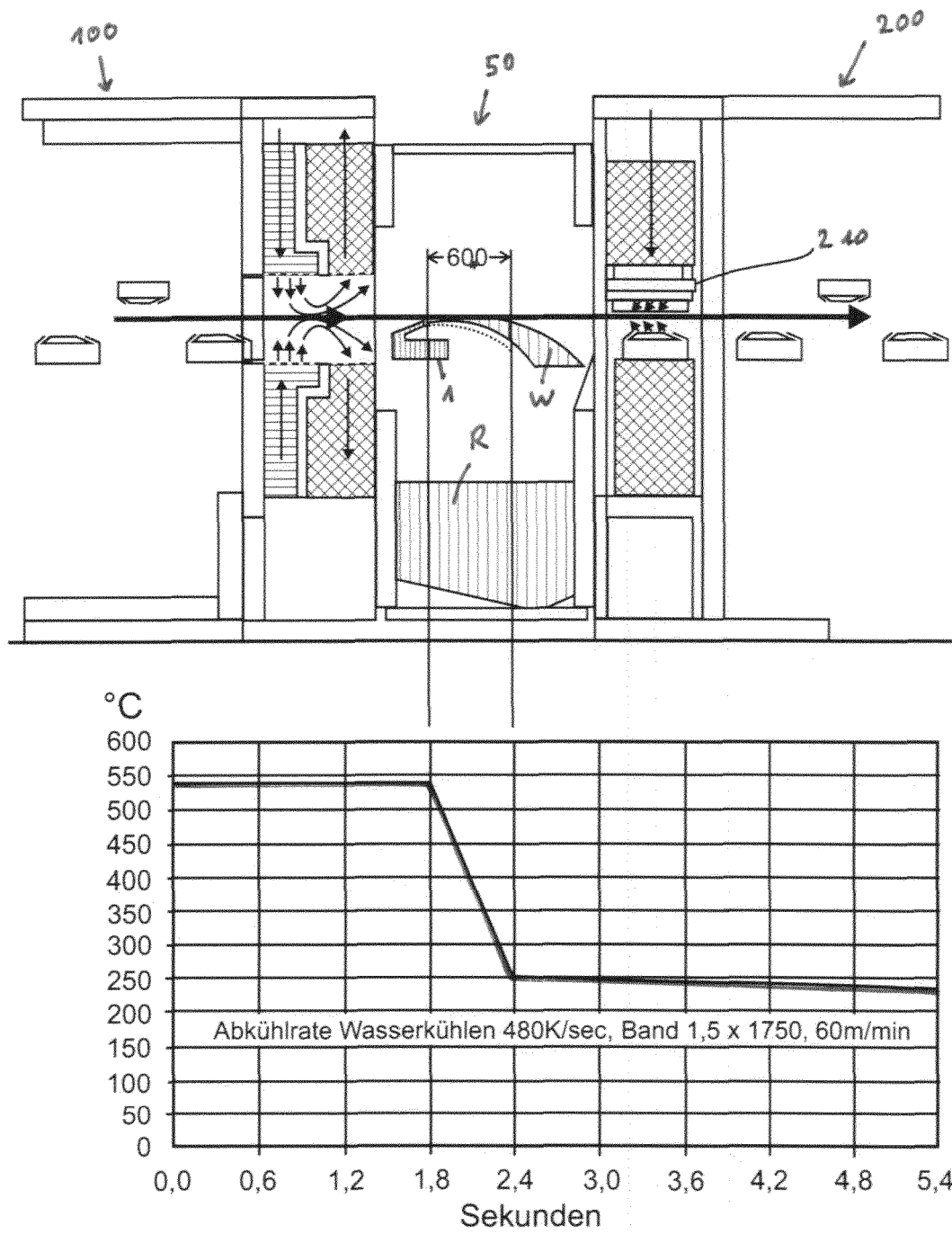


Fig. 3

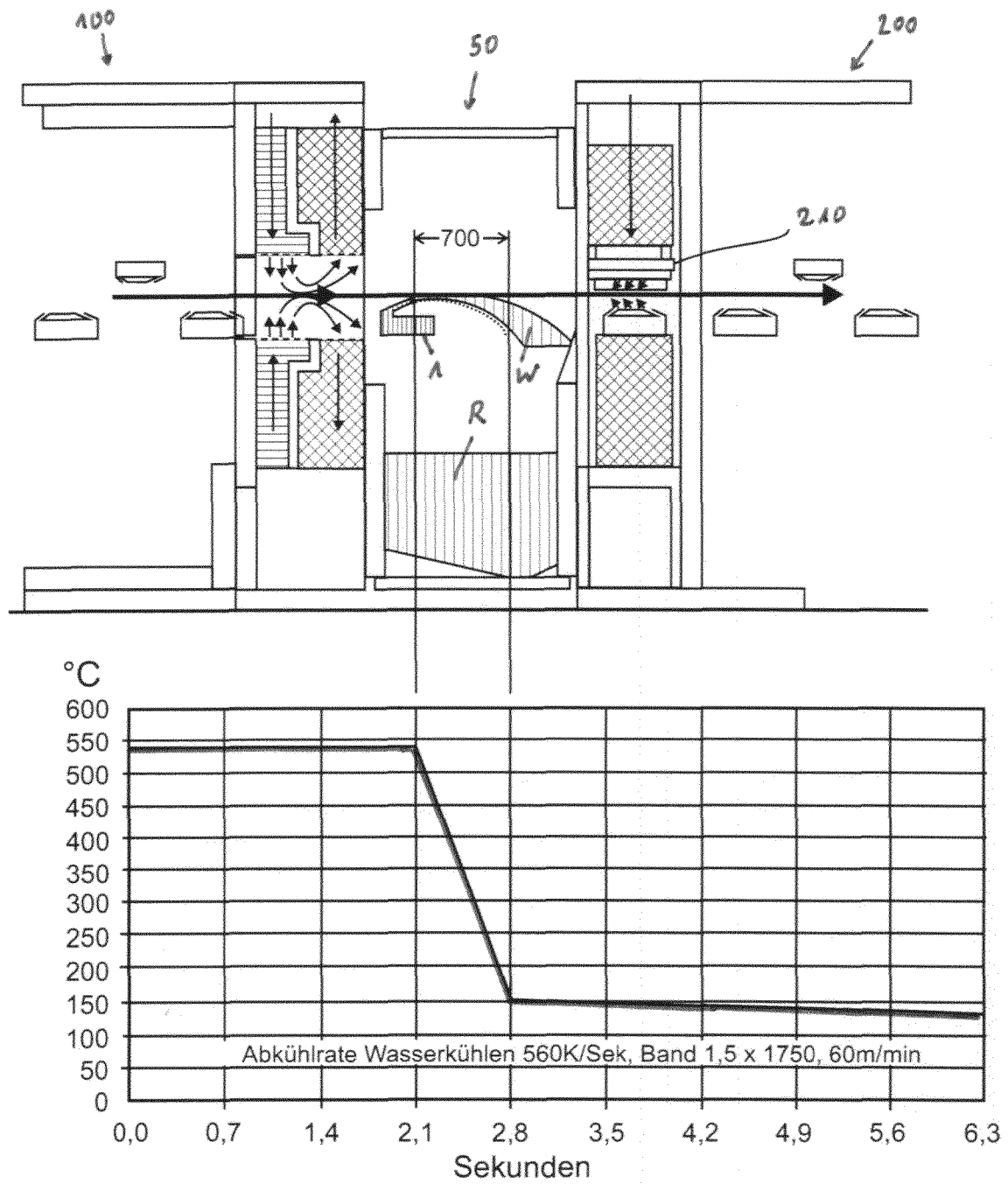


Fig. 4

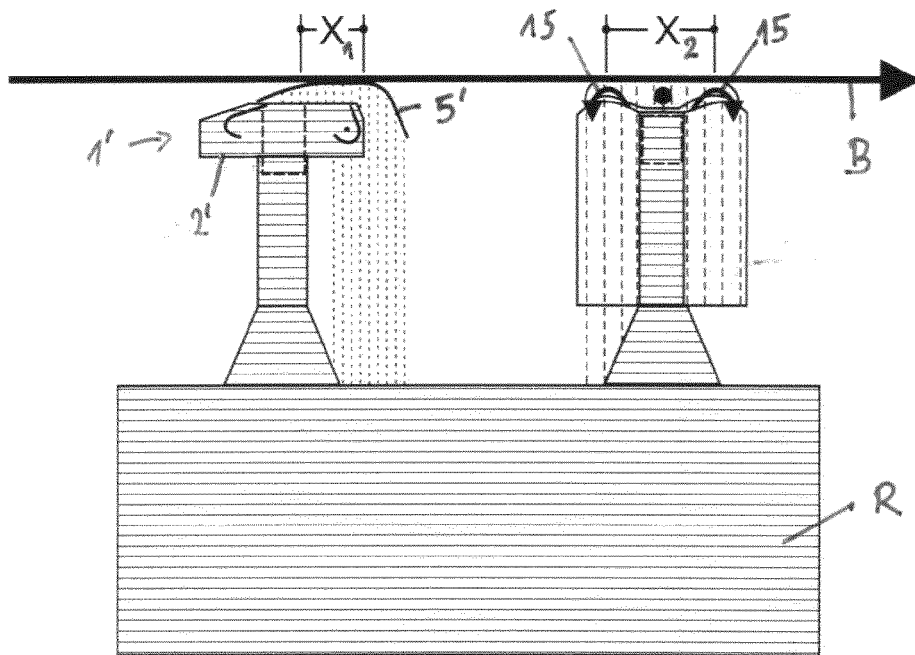


Fig. 5a

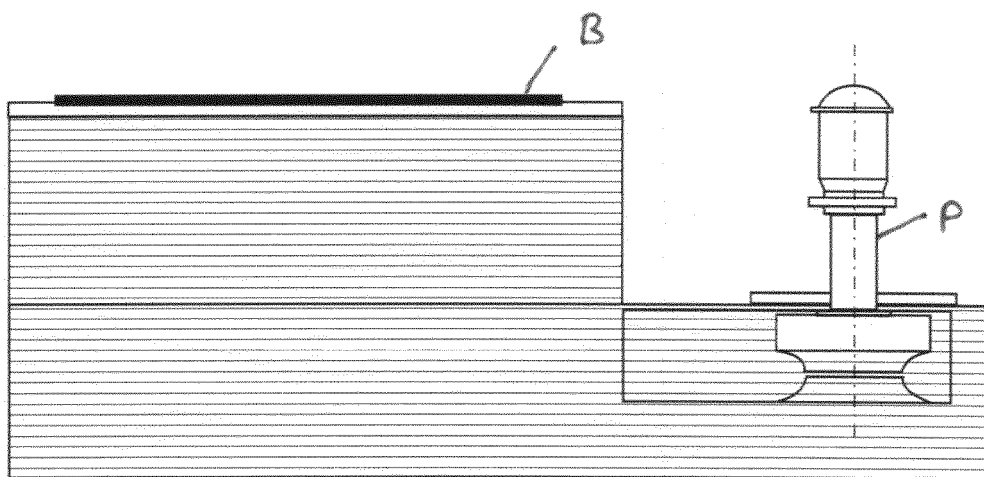


Fig. 5b

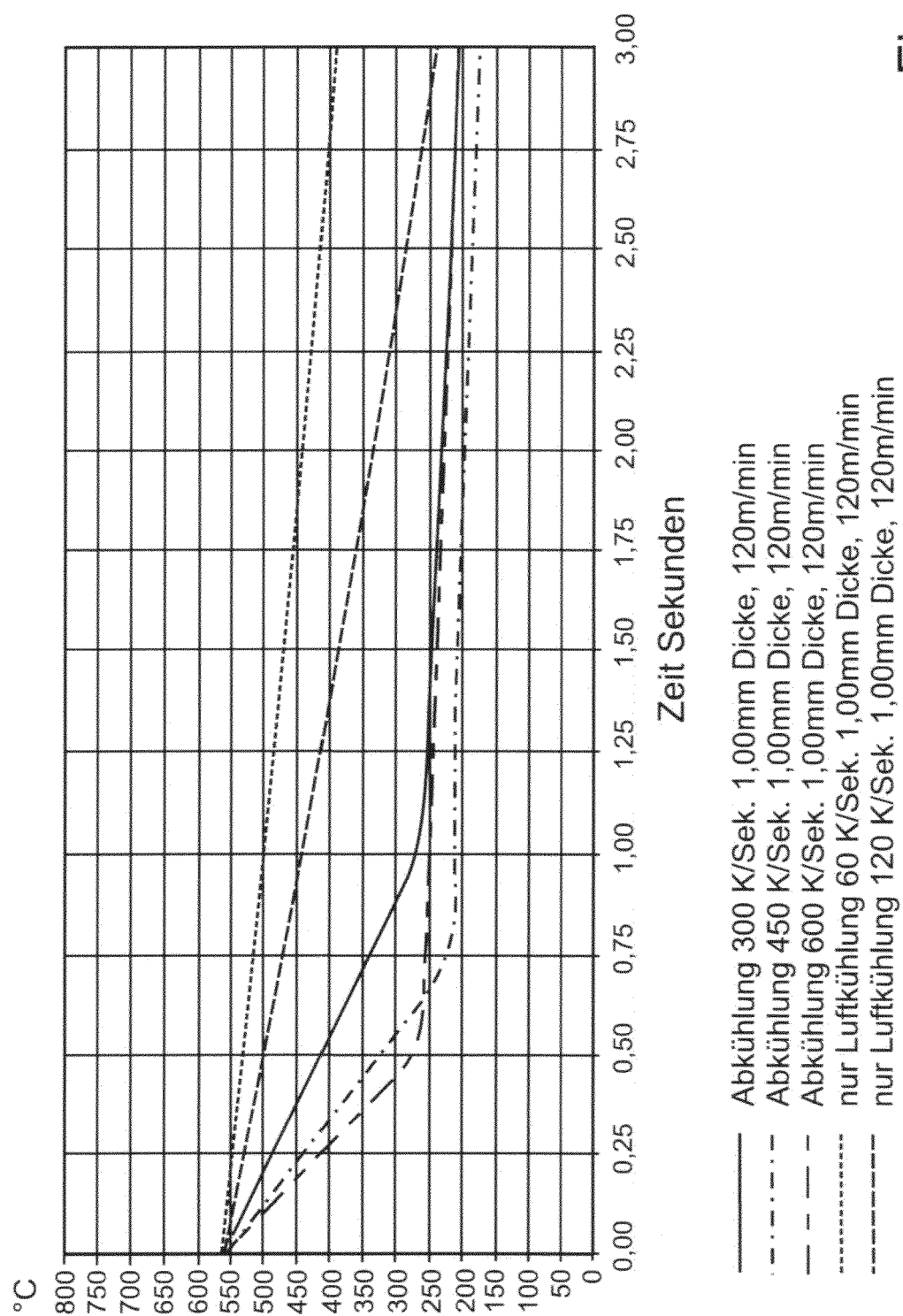


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 15 15 6041

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
E	WO 2015/075041 A1 (LOI THERMPROCESS GMBH [DE]; ÖZKAN BORA [DE]; SAEMANN PATRICK [DE]) 28. Mai 2015 (2015-05-28) * Seite 3, Absatz 2 * * Seite 8, Absatz 29 - Absatz 35; Anspruch 1; Abbildung 2 *	1-4,7-9, 13,14	INV. C21D9/573 C21D1/667
X	EP 1 428 589 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 16. Juni 2004 (2004-06-16) * Absatz [0018] - Absatz [0021]; Anspruch 1; Abbildung 3 *	1-3	
X	JP H10 291019 A (NIPPON KOKAN KK) 4. November 1998 (1998-11-04)	1-3	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 *	4	
A	EP 0 101 224 A2 (KAWASAKI STEEL CO [JP]) 22. Februar 1984 (1984-02-22) * Seite 6 - Seite 7; Abbildungen 1-4 *	1-5	
A	US 4 974 424 A (TOSAKA AKIO [JP] ET AL) 4. Dezember 1990 (1990-12-04) * Absatz [0011] - Absatz [0012]; Abbildungen 11-16 *	1-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21D B22D B21B B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Juli 2015	Prüfer Lilimpakis, Emmanuel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 6041

14-07-2015

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015075041 A1	28-05-2015	DE 102013019619 A1 WO 2015075041 A1	28-05-2015 28-05-2015
EP 1428589 A1	16-06-2004	CN 1556733 A DE 60224211 T2 EP 1428589 A1 JP 4678112 B2 JP 2003094106 A KR 20040029180 A TW 1222902 B US 2004244886 A1 WO 03026813 A1	22-12-2004 04-12-2008 16-06-2004 27-04-2011 02-04-2003 03-04-2004 01-11-2004 09-12-2004 03-04-2003
JP H10291019 A	04-11-1998	KEINE	
EP 0101224 A2	22-02-1984	AU 546810 B2 AU 1747983 A DE 3375647 D1 EP 0101224 A2 FI 832833 A	19-09-1985 16-02-1984 17-03-1988 22-02-1984 11-02-1984
US 4974424 A	04-12-1990	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82