



(11) **EP 2 573 260 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.03.2013 Patentblatt 2013/13

(51) Int Cl.:
D21F 3/08 (2006.01) D21G 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12006614.7**

(22) Anmeldetag: **20.09.2012**

(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: **Richter, Dirk**
52349 Düren (DE)

(72) Erfinder: **Richter, Dirk**
52349 Düren (DE)

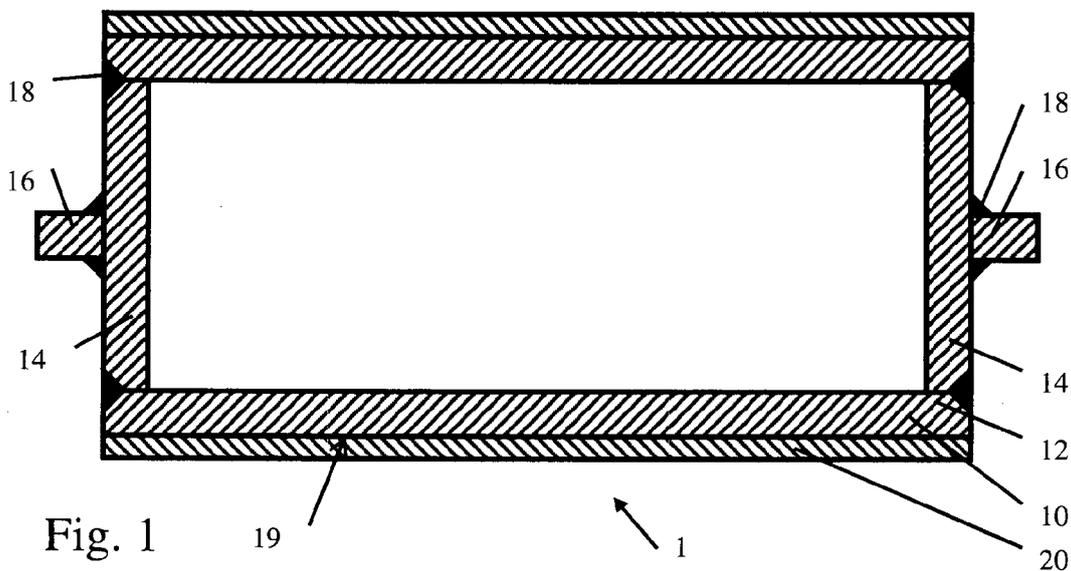
(30) Priorität: **20.09.2011 DE 102011113676**

(74) Vertreter: **Reuther, Martin**
Patentanwalt
Zehnthofstrasse 9
52349 Düren (DE)

(54) **Walze und Walzenbeschichtungsverfahren**

(57) Um bei einem Walzenbeschichtungsverfahren, bei welchem zunächst eine Walzenoberfläche (19) mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF-Verfahren) beschichtet wird, die Empfindlichkeiten hinsichtlich der Kantenpressung, Empfindlichkeiten bei punkt-

und linienförmigen Belastungen und Empfindlichkeiten hinsichtlich der Schlagbeanspruchungen der Walze (1) zu minimieren, werden die mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgebraachte Schicht (20) und/oder die beschichtete Oberfläche anschließend temperiert.



EP 2 573 260 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Walze, die mit einer über Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgetragenen Schicht beschichtet ist, sowie ein Walzenbeschichtungsverfahren.

[0002] Für Papierwalzen, insbesondere für Kalandervalzen, sind entsprechende Walzenbeschichtungsverfahren bzw. mit einer Schicht beschichtete Walzen beispielsweise aus der DE 10 2008 037 999 A1, aus der DE 10 2009 045 824 A1 und aus der DE 10 2008 044 369 A1 bekannt. Hierbei wird die Kalandervalze zunächst mit einer elastischen Schicht beschichtet und dann noch eine weitere Schicht durch ein Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (High Velocity Oxy Fuel, HVOF-Verfahren) auf die elastische Schicht aufgebracht. Hierbei kann sicher gestellt werden, dass die äußere Schicht einerseits hoch verschleißfest ist und andererseits eine sehr innige Verbindung zwischen der weiteren Schicht und der elastischen Schicht gewährleistet wird. Darüber hinaus wird durch das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen bei geeigneter Verfahrensführung gewährleistet, dass das aufgespritzte Material in Poren oder sonstige Öffnungen an der Oberfläche der elastischen Schicht eindringt und dann eine geschlossene Schicht bildet, die eine gute Haftung zu der elastischen Schicht aufweist.

[0003] Darüber hinaus kann durch das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen gewährleistet werden, dass die Zahl etwaiger Poren insbesondere an der Oberfläche der hiermit aufgespritzten Schicht minimal ist. Dieses liegt daran, dass die mit sehr hoher Geschwindigkeit auftreffenden Materialtropfen durch ihre kinetische Energie als "Fladen" bzw. in Form eines Pfannkuchen ausgeformt werden und auf diese Weise Strukturelemente bilden, zwischen denen jedoch auf Grund der hohen kinetischen Energie äußerst wenig Poren zu finden sind.

[0004] Das thermische Spritzen umfasst Verfahren zur Herstellung von Schichten und Formkörpern, bei denen Spitzzusätze, also die aufzuspritzenden Materialien, innerhalb oder außerhalb von Spritzgeräten an-, ab- oder aufgeschmolzen und auf entsprechend vorbereitete Oberflächen von Werkstücken aufgeschleudert werden. Die gespritzten Schichten können hierbei aus Spritzzusätzen im flüssigen oder plastischen Zustand aufgetragen werden. Hierbei werden in der Regel die Oberflächen der Werkstücke nicht angeschmolzen, so dass insbesondere auch thermisch empfindliche Oberflächen mit derartigen Verfahren betriebssicher beschichtet werden können. Vorteil des thermischen Spritzens ist, dass die beschichteten Werkstücke nur geringfügig erwärmt werden, sodass ungewünschte Gefügeveränderungen des Grundwerkstoffs und Verzug der Bauteile vermieden werden. Je nach Spritzverfahren und Spritzzusatz lassen sich unterschiedliche Schichtdicken auftragen, wobei zum jetzigen Zeitpunkt als Untergrenzen eine Schichtdicke von ungefähr 10 µm anzusetzen ist. Konventionell hergestellte Spritzschichten reagieren empfindlich gegen Kantenpressung, punkt- und linienförmige Belastun-

gen und Schlagbeanspruchung, was insbesondere daran liegt, dass thermische gespritzte Schichten im Wesentlichen lediglich auf Grund von Schrumpfungsprozessen und Adhäsionskräften zwischen einzelnen Strukturelementen bzw. zu jeweiligen Untergrund stabilisiert sind.

[0005] Während das herkömmliche thermische Spritzen in der Regel einen Porenanteil von ungefähr 20% in der Schicht lässt, ist es möglich, durch das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen Schichten mit einem Porenanteil von 5% und darunter, insbesondere bei geeigneter Verfahrensführung von 1% und darunter, zu erzielen.

[0006] Um mithin den hohen Anteil an Poren in herkömmlich Flammgespritzten Schichten zu reduzieren, sind, falls notwendig, diese Schichten über längere Zeit thermisch zu behandeln, so dass die Poren ausgasen. In der Regel muss hierzu eine Temperatur in der Größenordnung der Schmelztemperatur des gespritzten Schichtmaterials gewählt und über längere Zeit aufrecht erhalten werden. Diese verhältnismäßig hohen Temperaturen zusammen mit der langen thermischen Belastungszeit belasten einen Walzenkörper bzw. die unter dieser flammgespritzten Schicht liegenden Schichten erheblich, was gerade die eingangs genannten Druckschriften durch das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen zu vermeiden suchen.

[0007] Doch haften die beim Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgespritzten Fladen bzw. Strukturelemente ebenfalls lediglich über Schrumpf- und Adhäsionskräfte untereinander und an der darunter liegenden Schicht der Walzenoberfläche, sodass die beim herkömmlichen thermischen Spritzen vorhandenen Empfindlichkeiten hinsichtlich der Kantenpressung, Empfindlichkeiten bei punkt- und linienförmigen Belastungen und Empfindlichkeiten hinsichtlich der Schlagbeanspruchungen dementsprechend vorliegen. Selbiges gilt für korrosive Prozesse, die beispielsweise durch das Eindringen von Wasser oder ähnlichen Flüssigkeit zwischen diese Strukturelemente bedingt sein können.

[0008] Es ist Aufgabe vorliegender Erfindung eine gattungsgemäße Walze und ein gattungsgemäßes Walzenbeschichtungsverfahren bereitzustellen, welche eine empfindliche Beschichtung nicht aufweisen.

[0009] Als Lösung werden eine Walze und ein Walzenbeschichtungsverfahren mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 6 vorgeschlagen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

[0010] So kann eine Walze, die mit einer über Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgetragenen Schicht beschichtet ist, sich dadurch auszeichnen, dass die Schicht nicht-getemperte Bereiche neben lokalen Temperaturbereichen und/oder lokale, spiralförmige oder spiralförmig angeordnete Temperaturbereiche aufweist. Hierdurch können in der Schicht gewisse Eigenelastizitäten belassen bleiben, wodurch die Schicht insgesamt unempfindlicher bleibt.

[0011] Dementsprechend kann sich ein Walzenbeschichtungsverfahren, bei welchem zunächst eine Walzenoberfläche mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen beschichtet wird, wobei die mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgebraachte Schicht und/oder die beschichtete Oberfläche anschließend lokal temperiert werden, dadurch auszeichnen, dass die lokale Temperierung spiralförmig oder in spiralförmiger Anordnung erfolgt und/oder lokale Bereiche nicht temperiert werden

[0012] Die spiralförmigen Temperbereiche ermöglichen darüber hinaus, je nach konkreter Anwendung der Walze, gewisse Reguliereffekte auf die Lage eines von der Walze geförderten oder an der Walze vorbeilaufenden Materials, wie beispielsweise einer Papierbahn, obgleich die eigentliche Schicht keine im Rahmen der geforderten Glätte der Schicht wesentlichen Unebenheiten aufweisen braucht. So kann eine beispielsweise in Rotationsrichtung der Walze nach links laufende Spirale einen Kraft nach links von der Walze auf das Material ausüben, die bei geeigneter Ausgestaltung sämtlicher Komponenten zu Richt- oder Glättungsvorgängen genutzt werden können.

[0013] Insbesondere wenn die spiralförmigen Temperbereiche wenigstens zwei gegenläufige Spiralen umfassen, können Breitstreichereffekte oder Zentriereffekte durch die Spiralen auf das Material, insbesondere auf eine Papierbahn, ausgeübt werden.

[0014] In vorliegendem Zusammenhang sei betont, dass die lokalen spiralförmigen Temperbereiche nicht durchgehend als eine Spirale ausgebildet sein müssen. Vielmehr ist es auch möglich, eine Vielzahl einzelner lokaler Temperbereiche derart an-, neben- und übereinander bzw. überlappend anzuordnen, dass im Mittel eine spiralförmige Grundstruktur der Schicht folgt, die aus lokalen spiralförmigen Temperbereichen besteht. Ebenso können mehrere gleichgerichtete Spiralen bzw. eine mehrgängige Spirale vorgesehen sein.

[0015] Wenigstens einer der nicht-getemperten Bereiche kann von den neben ihm angeordneten lokalen Temperbereichen umschlossen sein, so dass letztlich der nicht-getemperten Bereich von diesen geschützt ist und dennoch eine entsprechende Kopplung zwischen den lokalen Temperbereichen ermöglicht.

[0016] Bevorzugt kann einer der nicht-getemperten Bereiche an einer Randung der Schicht angeordnet sein, wo ggf. eine nicht so starke Belastung der Schicht zu finden ist und möglicherweise eine Temperierung sogar nachteilige Effekte, wie eine zu starke thermische Belastung einer an der Randung befindlichen Kante, bedingen würde.

[0017] Insbesondere kann bei einem Walzenbeschichtungsverfahren unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung zunächst eine Walzenoberfläche mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen beschichtet werden und sich das Walzenbeschichtungsverfahren dadurch auszeichnen, dass die mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgebraachte Schicht und/oder die beschichtete Oberfläche anschlie-

ßend temperiert werden.

[0018] Durch das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen kann die Anzahl der Poren minimiert werden, was bereits aufgabengemäß eine gegenüber herkömmlichen Flammspritzen stabilere Schicht gewährleistet, insbesondere auch gegen korrosiven Einflüsse von Wasser oder ähnlichem. Das sich anschließende und an sich angesichts der niedrigen Porendichte sowie der bereits hierdurch sehr kompakt ausgebildeten Schicht zunächst widersinnig erscheinende Temperieren bedingt darüber hinaus, dass die Strukturelemente bzw. Fladen der über Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgebraachten Schicht metallurgisch miteinander bzw. mit dem Walzenkörper oder der beschichteten Oberfläche angebunden sind. Hierbei kann insbesondere bei wesentlich niedrigeren Temperaturen und ggf. auch über wesentlich kürzere Zeit temperiert werden, was wesentlich materialschonender ist.

[0019] Das Tempern erfolgt hierbei vorzugsweise derart, dass die Strukturelemente über eine Diffusionsschicht miteinander oder mit dem Walzenkörper verbunden sind.

[0020] Die thermische Belastung des Walzenkörpers bzw. der beschichteten Oberfläche zu minimieren, ist es von Vorteil, wenn lokal temperiert wird. Auf diese Weise kann die gesamte, in die Walze eingetragene Energie minimiert werden, sodass nach wie vor eine zu hohe thermische Belastung einer beschichteten Oberfläche oder auch des gesamten Walzenkörpers vermieden werden kann.

[0021] Hierbei versteht es sich, dass dementsprechend unabhängig von dem übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung ein Walzenbeschichtungsverfahren vorteilhaft ist, bei welchem zunächst eine Walzenoberfläche beschichtet wird und welches sich dadurch auszeichnet, dass die Schicht und/oder die beschichtete Oberfläche anschließend lokal temperiert werden. Insbesondere ist denkbar, dass auf diese Weise auch mit herkömmlichen Flammspritzen oder auf sonstige Weise beschichtete Oberflächen dementsprechend behandelt werden können, um beispielsweise Poren auszutreiben. Hierbei ist davon auszugehen, dass, selbst wenn die Schicht sich lokal verflüssigt oder über längere Zeit lokal stark erwärmt wird, die gesamte Energiemenge immer noch ausreichend gering gewählt werden kann, um Walzenkörper bzw. die beschichtete Oberfläche nicht zu beeinträchtigen. Andererseits versteht sich, dass bei einer mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen beschichteten Schicht die oben erwähnten Vorteile kumuliert umgesetzt werden können, wobei dann wegen der hierdurch bedingt ohnehin geringen Porendichte insbesondere die Energiemengen nicht so hoch gewählt werden müssen, dass beispielsweise auch Poren ausgasen.

[0022] Im vorliegenden Zusammenhang bezeichnet der Begriff "Temperieren" eine gezielte Wärmebehandlung nach dem jeweiligen Aufbringen der Schicht bzw. nach dem Flammspritzen oder Hochgeschwindigkeitsflammspritzen. Hierbei kann das Temperieren global er-

folgen, indem die gesamte Walze entsprechend einer Wärmebehandlung unterzogen wird. Dabei ist ggf. darauf zu achten, dass die eingebrachte Temperatur nicht zu groß wird, mithin die beschichtete Oberfläche bzw. der Walzenkörper hierunter leidet. Erfolgt die gezielte Wärmebehandlung lokal, kann ggf. mit höheren Energiedichten gearbeitet werden, solange die Gesamtenergie ebenso derart gewählt, dass der Walzenkörper bzw. die beschichtete Oberfläche nicht leiden.

[0023] Als Wärmequellen für eine lokale Temperierung eignen sich insbesondere Elektronenstrahlen, Laser, Induktionsspulen, Flammen und/oder Mikrowellen. Je nach konkreter Verfahrensführung kann durch eine Fokussierung oder durch die Wahl geeigneter Wechselwirkungsmechanismen auch lediglich bzw. im Wesentlichen die beschichtete Oberfläche lokal temperiert werden, wenn dieses für gute metallische Anbindung der Strukturelemente bzw. Fladen an der beschichteten Oberfläche erforderlich erscheint. Ggf. kann auch die hiervon ausgehende Erwärmung genutzt werden, um die darüber liegende Schicht entsprechend zu temperieren und eine metallurgische Anbindung der Strukturelemente bzw. Fladen untereinander zu erzeugen. Andererseits kann auch ein Wechselwirkungsprozess oder eine Fokussierung gewählt werden, die lediglich auf die Schicht, die als Beschichtung aufgebracht wurde, wirkt, wobei ggf. eine Erwärmung bis zur beschichteten Oberfläche angestrebt wird, um auch dort eine gute metallurgische Anbindung zu gewährleisten.

[0024] Eine lokale Temperierung hat darüber hinaus den Vorteil, dass die hierzu verwendeten Wärmequellen in der Regel wesentlich besser in ihrem Temperaturgang und auch hinsichtlich ihrem Energieeintrag in die aufgebrachte Schicht bzw. Walze kontrolliert werden können, so dass insbesondere ggf. auch ein lokales Aufschmelzen, was in der Regel Temperaturschwankungen über 5 °C nicht toleriert, vorgesehen sein kann.

[0025] Neben Flammenspritzten und Hochgeschwindigkeitsflammspritzten können ggf. auch kumulativ bzw. alternativ hierzu Laserspritzprozesse zur Anwendung kommen.

[0026] Insbesondere wenn lokal temperiert wird, kann auch ein Aufschmelzen der aufgebrachten Schicht erfolgen. Durch geeignete weitere Maßnahmen können etwaige Prozesse, die unkontrolliert ablaufen bzw. zu unkontrollierbaren Ergebnissen führen, vermieden bzw. in ihren Auswirkungen minimiert werden. So kann beispielsweise ein ausreichend kleiner Bereich aufgeschmolzen werden, so dass Adhäsions- und Kohäsionskräfte die aufgeschmolzene Schicht an ihrem Ort halten. Insbesondere können jeweils getrennte lokale Bereiche, also räumlich allseitig begrenzte Bereiche, jeweils hintereinander aufgeschmolzen werden, so dass ein einmal aufgeschmolzener Bereich erst wieder erhärten kann, bevor ein an angrenzender oder mit ihm überlappender Bereich aufgeschmolzen wird. Ebenso kann die entsprechend zu temperierende Walze derart ausgerichtet werden, dass der jeweils temperierte Bereich oben liegt, so

dass Fließvorgänge oder Tropfenbildung vermieden werden können.

[0027] Vorzugsweise wird jedoch ohne Aufschmelzen der aufgebrachten Schicht temperiert, sodass die thermische Belastung des Walzenkörpers bzw. der beschichteten Oberfläche auf ein Minimum reduziert wird. Dieses ist insbesondere dann von Vorteil, wenn über ein Hochgeschwindigkeitsflammspritzverfahren oder ein vergleichbares Verfahren beschichtet wurde, sodass von vornherein mit einer sehr geringen Zahl an Poren zu rechnen ist. Durch das Temperieren werden vorzugsweise lediglich Oberflächeneffekte zwischen den einzelnen Strukturelementen bzw. Fladen und/oder zwischen den Strukturelementen bzw. Fladen und der beschichteten Oberfläche wirksam, was mithin zu einer besseren Anbindung, insbesondere zu einem metallurgischen Anbindung, führt.

[0028] Insbesondere kann es von Vorteil sein, die Temperatur derart zu wählen, dass Diffusionsprozesse zu den Strukturelementen untereinander oder aber zwischen den Strukturelementen und dem Walzenkörper bzw. der beschichteten Oberfläche stattfinden. Diese führen zu einer besonders innigen metallurgischen Anbindung, sodass die Beschichtung wesentlich stabiler ausgebildet werden kann ohne die thermische Belastung unnötig stark zu steigern.

[0029] Hierbei zu berücksichtigen, dass derartige Diffusionsprozesse bzw. ähnliche Wander- bzw. Austauschprozesse in der Regel zeit- und temperaturabhängig sind. Insofern kann durch niedrigere Temperaturen bei längerer Zeit ggf. ein ähnliches Ergebnis erzielt werden, wie bei höheren Temperaturen und kürzere Zeiten. Hier gilt es unter Berücksichtigung der verwendeten Werkstoffe insbesondere unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit des Walzenkörpers ein Optimum zu finden.

[0030] Während es ohne weiteres auch möglich ist, bei höheren Temperaturen ein Aufschmelzen der aufgebrachten Schicht zu verhindern, indem die entsprechende Energiemenge zeitlich begrenzt in die Schicht bzw. in die beschichtete Oberfläche eingebracht wird, vereinfacht sich die Verfahrensführung, wenn die Temperierung unterhalb der Schmelztemperatur vorgenommen wird. Dieses bedingt insbesondere, dass die Gefahr einer Überbelastung des Walzenkörpers bzw. der beschichteten Oberfläche auf ein Minimum reduziert werden kann. Außerdem kann dann ohne weiteres über längere Zeit temperiert werden, sodass die metallurgische Anbindung bzw. die Diffusionsprozesse ausreichend Zeit haben, sich auszubilden.

[0031] Vorzugsweise erfolgt das Tempern zumindest 1,5 %, vorzugsweise wenigstens 2 oder 3 % unterhalb der Schmelztemperatur der aufgebrachten Schicht, um sicherzustellen, dass ein Aufschmelzen auch nur in kleineren Bereichen nicht erfolgt.

[0032] Entsprechend der vorstehend beschriebenen Walzenbeschichtungsverfahren ist auch eine mit einer Schicht beschichtete Walze entsprechend vorteilhaft,

welche sich dadurch auszeichnet, dass die Schicht lokale Temperbereiche aufweist. Wird lokal temperiert, - sei dieses beispielsweise durch Bahnen, indem eine Induktionskopf, eine Elektronenkanone oder ein Mikrowellenstrahler beispielsweise linienartig um ein Walze herum geführt werden -, so kann eine dem Walzenkörper bzw. die beschichtete Oberfläche wenig belastende Temperierung gewährleistet werden. Selbiges gilt, wenn eine entsprechende Energiequelle punktuell zu verschiedenen Orten verfahren wird. Bei einer derartigen Vorgehensweise werden sich am Rand eines jeweiligen Bereichs, welcher von der Energiequelle überstrichen wird, Übergangsstrukturen in dem Kristallgefüge der temperierten Schicht ausbilden, in denen die Diffusionsprozesse weniger oder aber übermäßiger stattgefunden haben bzw. in denen strukturelle Übergänge vorzufinden sind. Derartige Übergangsbereiche definieren in Art einer Umrandung jeweils einen Temperbereich und sind dementsprechend ein Hinweis, dass entsprechend der vorstehend erläuterten Walzenbeschichtungsverfahren lokal temperiert wurde.

[0033] Gerade wegen der lokalen Temperbereiche bzw. wegen des lokalen Temperierens eignet sich vorliegende Erfindung insbesondere für Großwalzen, also für Walzen deren Mantellänge 2,5 m und/oder deren Durchmesser 350 mm übersteigt. Durch die lokale Temperierung kann auf entsprechend große Öfen, in denen derartige Walzen ansonsten temperiert werden müssten, verzichtet werden. Die sehr schonende Beschichtung, insbesondere durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzen in Verbindung mit verhältnismäßig niedrigen Temperierungstemperaturen oder in Verbindung mit einer lokalen Temperierung lässt vorliegende Erfindung insbesondere für Hohlwalzen, also für nicht massiv ausgebildetem Walzen, als geeignet erscheinen. Diese Eignung gilt insbesondere für dünnwandige Hohlwalzen, bei denen die Wanddicke des Walzenmantels unter 10%, vorzugsweise unter 5%, des Walzendurchmessers liegt. Gerade Hohlwalzen und insbesondere dünnwandige Hohlwalzen aber auch sonstige Großwalzen neigen dazu bei zu großer thermischer Belastung zu verziehen. Dieses kann durch vorliegende Erfindung erfolgreich vermieden werden.

[0034] Dementsprechend eignet sich vorliegende Erfindung insbesondere für Papier- und/oder Folienwalzen, die häufig bei 10 m Länge oder mehr eine auf Mikrometer genaue Oberfläche aufweisen müssen. Insbesondere auch für Furnier- oder Saugwalzen kann vorliegende Erfindung vorteilhaft zur Anwendung kommen.

[0035] Die beschichtete Oberfläche besteht vorzugsweise aus einer Legierung auf Eisenbasis, also aus Eisen, Stahl, Edelstahl, Guss, Grauguss oder Hartguss.

[0036] Als Schicht, die auf die beschichtete Oberfläche aufgetragen wird oder ist, eignen sich insbesondere Legierungen auf Nickelbasis mit Fe, Cr, B, Si sowie C. Ebenso können auch Co oder Fe kumulativ bzw. alternativ zu Ni genutzt werden. Hierbei dient C in der Regel als Zusatz für die Härte, während B und Si die Schmelz-

temperatur erniedrigen. Vorzugsweise sind die Materialzusammensetzungen der Schicht so gewählt, dass diese härter als Stahl ist und einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Material der beschichteten Oberfläche, insbesondere mithin beispielsweise als Stahl, aufweisen. So liegt der Schmelzpunkt von Stahl beispielsweise in der Größenordnung von 1.500 °C, während die oben genannten Legierungen auf Ni-Basis Schmelzpunkte zwischen 950 °C und 1.050 °C bzw. auf Fe/Co-Basis Schmelzpunkte zwischen 1.050 °C und 1.150 °C aufweisen. Insofern verbleibt nach oben genügt Spielraum, um ggf. durch weitere Zusätze oder andere Kombinationen sogar mit noch höher schmelzenden Materialzusammensetzungen zu arbeiten. Es versteht sich, dass statt derartiger Legierungen auch andere Lotwerkstoffe sowie andere Beschichtungsmaterialien dementsprechend genutzt und temperiert werden können. Insbesondere können auch Hartphasen, insbesondere Hartstoffe, wie Hartmetalle, nicht aufschmelzende Nitride, Carbide und Oxide oder Keramik dementsprechend als Bestandteile, Füllstoffe oder aber auch als Schicht als solches genutzt werden.

[0037] Es versteht sich, dass eine lokale Temperierung auch bei der Verwendung herkömmlicher Lotwerkstoffe dementsprechend vorteilhaft sein kann und zu einer nicht übermäßigen Beanspruchung des Walzenkörpers bzw. der beschichteten Oberfläche führt.

[0038] In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass eine derartige Beschichtung nicht auf der ganzen Walze vorgesehen sein muss. Vielmehr ist auch denkbar, lediglich ausgewählte bzw. hochbelastete Bereiche dementsprechend zu beschichten bzw. zu temperieren. Insbesondere ist es auch beispielsweise denkbar, eine Walze mit Hochgeschwindigkeitsflammspritzen an sich in herkömmlicher Weise zu beschichten und anschließend lediglich die Ränder der Walze den vorstehend beschriebenen Temperierungsvorgängen zu unterziehen. In Praxis hat sich herausgestellt, dass häufig die beiden Walzenränder extremen Belastungen unterliegen und dass eine nicht unerhebliche Gefahr besteht, dass Korrosion von den Walzenrändern ausgehend in das Innere der Walze eingreift. Durch eine lokale Temperierung lediglich am Rand bzw. durch eine entsprechende Beschichtung lediglich am Rand kann diesem Nachteil begegnet werden, insbesondere wenn ansonsten die durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzen oder sonst wie aufgebraachte Beschichtung für den jeweiligen Einsatzfall ausreichend stabil ist.

[0039] Als Material für die Schichten kommen vorzugsweise Legierungen mit deutlich geringerem Schmelzpunkt als der Schmelzpunkt der zu beschichtenden Oberfläche zur Anwendung. So können beispielsweise Legierungen mit einem Schmelzpunkt von ungefähr bis zu 1.000 °C auf Walzenkörper auf Eisenbasis mit Schmelzpunkten von ungefähr bis zu 1.500°C aufgebracht werden, wobei es sich herausgestellt hat, dass bereits bei Temperiertemperaturen zwischen 700 °C und 800 °C eine gute Anbindung der Strukturelemente untereinander bzw. mit dem Walzenkörper gewährleistet sein

kann, wobei insbesondere bei tieferen Temperaturen bzw. - je nach Legierung - bereits bei 700 °C ggf. verhältnismäßig lange Zeit gewartet werden muss, bis ausreichend Diffusionsprozesse stattgefunden haben, während bei höheren Temperaturen - in Abhängigkeit von den verwendeten Legierungen - bereits ein wenig über 700 °C, insbesondere ab 750 °C, die Diffusionsprozesse bereits auf annehmbaren Zeitskalen ablaufen.

[0040] Dementsprechend ist eine mit einer über Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgetragenen Schicht beschichtete Walze hinsichtlich einer Unempfindlichkeit der Schicht vorteilhaft, welche sich dadurch auszeichnet, dass die Schicht Temperbereiche aufweist. Wie bereits vorstehend erläutert, gibt es an sich nach dem Stand der Technik keinen Anlass eine mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgetragene Schicht noch zu temperieren. Mit einem derartigen Temperiervorgang lässt sich jedoch die Anbindung der Strukturelemente untereinander bzw. mit einem Walzenkörper verbessern, so dass sie gesamte Schicht wesentlich stabiler baut. Hierbei versteht es sich, dass es einerseits denkbar ist, die gesamte Walze in einem Schritt entsprechend zu temperieren, wenn ein Auftrag der Schicht mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen erfolgt ist. Besonders bevorzugt wird auch nach einem derartigen Auftrag jedoch ein lokales Temperieren mit entsprechend lokal begrenzten Temperbereichen, da hiermit insbesondere bei Groß- bzw. Hohlwalzen, besonders bei dünnwandigen Hohlwalzen, ein Verziehen minimiert werden kann.

[0041] Während schon kurzzeitige Erwärmungen letztlich die Anbindung zwischen den einzelnen Strukturelementen bzw. Fladen untereinander oder mit dem Walzenkörper verbessert, ist es von Vorteil, wenn die Temperierung ausreichend lang bzw. bei ausreichend hohen Temperaturen erfolgt, dass zwischen den Strukturelementen untereinander bzw. zwischen den Strukturelementen und dem Walzenkörper eine Diffusionsschicht ausgebildet ist, was zu einer sehr guten Anbindung führt. Dementsprechend löst die eingangs gestellte Aufgabe auch eine mit einer über Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgetragenen Schicht beschichtete Walze, die sich dadurch auszeichnet, dass die Schicht Strukturelemente aufweist, die über eine Diffusionsschicht miteinander oder mit einem Walzenkörper verbunden sind.

[0042] In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass derartige Diffusionsschicht nicht zwingend durchgehend in sämtlichen Bereichen der Schicht zu finden sein muss. Vielmehr kommt es im Ergebnis darauf an, dass die Schicht für den Einsatzzweck der Walze ausreichend fest ist. Ebenso ist es denkbar, dass die Schicht beim Tempern zumindest lokal komplett aufschmilzt, wobei davon ausgegangen wird, dass dieses lokale Aufschmelzen letztlich nach wie vor in seiner Gesamtheit derart gering ist, dass hierdurch der Walzenkörper bzw. die beschichtete Oberfläche nicht bzw. nur unerheblich nachteilig beeinflusst bzw. verzogen wird.

[0043] Insbesondere durch ein lokales Aufschmelzen aber auch durch das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen

oder möglicherweise durch andere Prozesse, wie beispielsweise ein Aufbringen unter Vakuum, kann die Zahl der Poren in der Beschichtung bzw. in der Schicht auf unter 10%, vorzugsweise auf unter 5%, gesenkt werden. Eine derartig geringe Porendichte führt dazu, dass korrosive Angriffe wesentlich schwerer an der Schicht ansetzen können. Insbesondere bedingt eine derartig geringe Porendichte, dass auch bei einem mehrmaligen Nachschleifen der Beschichtung eine hervorragende Walzenoberfläche zur Verfügung gestellt werden kann, was insbesondere für die Papier- und/oder Folienindustrie von entscheidender Bedeutung ist.

[0044] Um die Gefahr eines Verziehens der Walze trotz der vorstehend beschriebenen Maßnahmen weiter zu reduzieren, kann es von Vorteil sein, die Walze in an sich bekannter Weise vorab zu temperieren, und diese spannungsfrei auszubilden, wobei dann ggf. noch eine Nachbearbeitung, insbesondere ein anschließendes richten und Wuchten vorgenommen werden muss.

[0045] Es versteht sich, dass die Merkmale der vorstehend bzw. in den Ansprüchen beschriebenen Lösungen gegebenenfalls auch kombiniert werden können, um die Vorteile entsprechend kumuliert umsetzen zu können.

[0046] Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand nachfolgender Beschreibung von Ausführungsbeispielen erläutert, die insbesondere auch in anliegender Zeichnung dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

- 30 Figur 1 eine beschichtete Hohlwalze in schematischem Schnitt;
- Figur 2 eine Detailvergrößerung der Ansicht nach Figur 1 nach einem Auftrag einer Schicht mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen;
- 35 Figur 3 die Anordnung nach Figur 2 nach einem Tempervorgang;
- Figur 4 eine schematische Sicht auf die Anordnung nach Figur 3;
- Figur 5 eine schematische Aufsicht auf eine zu der Anordnung nach Figur 3 in Schnittdarstellung identische Anordnung;
- 40 Figur 6 eine mit spiralförmigen Temperbereichen beschichtete Walze in schematischer Seitenansicht;
- 45 Figur 7 eine Detailvergrößerung einer Schicht in ähnlicher Darstellung wie Figuren 2 und 3 mit einem nicht-getemperten Bereich; und
- Figur 8 eine schematische Detailvergrößerung eines mit einer Schicht beschichteten Walzkörpers, der eine Öffnung aufweist, mit einem nicht-getemperten Bereich.
- 50

[0047] Die in Figur 1 dargestellte Walze 1 weist einen Walzenkörper 10 auf, welcher durch ein Rohr 12 sowie zwei seitlich angesetzte Stirnträger 14 gebildet ist, die scheibenförmig ausgestaltet sind und über Schweißverbindungen 18 mit dem Rohr 12 gebunden sind. An den Stirnträgern 14 ist jeweils ein Walzenzapfen 16 festge-

schweißt, sodass die Walze 1 in einer entsprechenden Angel umlaufen kann.

[0048] Wie unmittelbar ersichtlich, ist die Walze 1 mit hin als Hohlwalze ausgebildet, wobei - je nach konkreter Umsetzung einer derartigen Walze - auch mehrere Träger, welche den Stirnträgern 14 ähnlich ausgebildet sind, im Inneren des Rohrs 12 vorgesehen sein können. Ebenso ist es nicht zwingend notwendig, dass der Hohlraum der Hohlwalze dicht verschlossen ist, wie dieses bei vorliegendem Ausführungsbeispiel der Fall ist. Denkbar sind auch nach außen hin offene Walzenkörper. Ebenso können im Inneren vorgesehene Träger offen, d.h. lediglich als Gerüst, ausgebildet sein. Die Walze 1 ist 3 m lang und weist einen Durchmesser von 300 mm auf bei einer Wanddicke des Rohrs 12 von 5 mm. Dementsprechend handelt es sich bei der Walze 1 auch um eine Hohlwalze bzw. dünnwandige Großwalze.

[0049] Die Oberfläche 19 des Walzenkörpers 10 bzw. des Rohrs 12 ist mit einer Schicht 20 beschichtet. Dieses ist bei vorliegendem Ausführungsbeispiel über Hochgeschwindigkeitsflamspritzen erfolgt, sodass die Beschichtung aus einzelnen Hochgeschwindigkeitsflamspritz-Fladen 22 besteht, welche einzelne Strukturelemente 23 der Schicht 20 bilden, wie insbesondere in Figur 2 schematisch dargestellt.

[0050] Bei vorliegendem Ausführungsbeispiel besteht das Rohr aus Eisen, während die Schicht aus einer Legierung auf Nickelbasis mit Fe, Cr, B, Si und C als Legierungszusätze besteht.

[0051] Es ist denkbar, die gesamte Walze 1 entsprechend zu temperieren, um eine metallurgische Anbindung der Strukturelemente 23 untereinander bzw. zu der beschichteten Oberfläche zu erzielen. Bei vorliegendem Ausführungsbeispiel erfolgt jedoch eine lokale Temperierung, die nebeneinander liegende Temperierungszonen 24, die durch Übergangsbereiche 25 voneinander getrennt sind, bedingt, wie in Figuren 3 sowie 4 und 5 schematisch dargestellt. Die Übergangsbereiche 25 haben hierbei naturgemäß eine komplexe Struktur, die davon geprägt ist, dass hier lokale Temperierungszonen 24 aneinander grenzen. Hierbei können in den Übergangsbereichen 25 einerseits doppelt so intensive Diffusionsbereiche zwischen den Strukturelementen 23 untereinander bzw. zu der beschichteten Oberfläche 19 vorliegen, wenn ein ausreichender Überlapp der jeweiligen Temperierungszonen 24 gewählt wurde. Insbesondere ist es auch denkbar, dass in diesen Übergangsbereichen 25 vermehrt Aufschmelzungen zu finden sind, wenn benachbarte Temperierungszonen 24 zeitlich kurz hintereinander temperiert wurden. Andererseits werden die Temperierungszonen 24 häufig mit Energiedichten temperiert, die eine Glockenkurve oder Gaußsche-Verteilungskurven oder ähnliches mit zum Rand hin abnehmenden Energiedichten aufweisen. Dieses kann dazu führen, dass in den Übergangsbereichen 25 weniger intensive Diffusionsbereiche zwischen den Strukturelementen 23 untereinander bzw. zu der beschichteten Oberfläche 19 vorliegen. Ebenso kann in diesen Über-

gangsbereichen 25 auch keine ausreichende Temperierung erfolgt sein, um eine ausreichend nachweisbare Diffusionsschicht zu erzielen, was jedoch unkritisch ist, solange derartige Bereiche ausreichend klein sind und die Stabilität der Schicht 20 insgesamt den gewünschten Anforderungen entspricht und ausreichend stabilisiert wurde. Vorzugsweise wird mit Übergangsbereichen 25 gearbeitet, die zwischen 0,1 mm und 3 mm, insbesondere zwischen 1 mm und 2 mm liegen, was letztlich von der Genauigkeit der Führung der zum Temperieren genutzten Energiequellen abhängt.

[0052] Hierbei wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel mittels eines Induktionskopfes lokal das Rohr 12 an seiner Oberfläche 19 erwärmt, sodass Diffusionsprozesse zwischen der beschichteten Oberfläche 19 und den Strukturelementen 23 stattfinden. Die Erwärmung erfolgt hierbei auf ungefähr 800 °C bis 900 °C, wobei die Breite der Temperierungszonen 24 in Figur 4 bzw. die kleineren Hauptachse der Temperierungszonen 24 nach Figur 5 ungefähr bei 10 mm liegt. Bei anderen Ausführungsformen und Verfahrensführungen kann die Breite bzw. die kleinere Hauptachse der Temperierungszonen 24 zwischen 5 mm und 30 mm liegen, was von den gewünschten Energiedichten, den räumlichen Dimensionen der Körper 10 und den verwendeten Materialien und den gewünschten Bearbeitungsgeschwindigkeiten abhängt. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass sowohl die Schicht 20 als auch die beschichtete Oberfläche 19 und der gesamte Walzenkörper 10 nicht zu hohen thermischen Belastungen unterliegen. Es versteht sich, dass statt in der induktiven Erwärmung insbesondere auch eine Erwärmung mittels Mikrowellen oder auch mittels Laser denkbar ist, was einerseits von den Materialien und deren Wechselwirkung im jeweiligen Energieträger und andererseits von der Tiefe, in welcher die Wärme aufgebracht werden soll, abhängt.

[0053] Es versteht sich des weiteren, dass die Dicke der Diffusionsschicht zwischen den Strukturelementen 23 untereinander bzw. zu der beschichteten Oberflächen 19 unterschiedlich intensiv bzw. dick ausgeprägt sein kann oder dass in einzelnen Bereichen keine derartigen Diffusionsschichten zu finden sind, was insbesondere von der Zeit und der Häufigkeit, mit welcher diese temperiert wurden, abhängt. Ebenso kann es passieren, dass kleinere Bereiche ganz Aufschmelzen, was letztlich jedoch an sich nicht notwendig ist und die Gefahr einer zu hohen thermischen Belastung in sich bergen kann.

[0054] Es versteht sich, dass statt eines Hochgeschwindigkeitsflamspritz-Verfahrens auch andere Beschichtungsprozesse vorgesehen sein können, insoweit diese einer lokalen Temperierung unterliegen.

[0055] Die in Figur 6 dargestellte Walze weist spiralförmige Temperbereiche 27, die durch entsprechende lokale Temperbereiche 26 bildende Temperierungszonen 24 ähnlich der Anordnung nach Figur 4 dargestellt sind, auf, welche zwei gegenläufige Spiralen 30, 31 bilden. Je nach Drehrichtung kann die Walze 1 nach Figur 6 zentrierend in die Mitte oder breitstreichend aus der

Mitte heraus auf eine Papierbahn oder ein sonstiges an der Walze 1 vorbeilaufendes Material wirken. Es versteht sich, dass auch nicht spiralförmige, beispielsweise im Wesentlichen punkt-, kreis-, bzw. ellypsoidförmige lokale Temperbereiche 26, die mit einer spiralförmigen Grundstruktur auf der Walze 1 angeordnet sind, derartige spiralförmige Temperbereiche 27 und entsprechende Spiralen 30, 31 bereitstellen können.

[0056] Wie in Figur 7 dargestellt, braucht nicht die gesamte Schicht 20 durchgehend temperiert sein. Vielmehr können auch nicht-getemperte Bereiche 28, wie am Beispiel einer Öffnung 32 in dem Walzenkörper 10 dargestellt, vorgesehen sein, die beispielhaft im Bereich einer Randung 29, welche um die Öffnung 32 umläuft, angeordnet werden können. Hierbei ist der Übergang zwischen nicht-getempertem Bereich 28 und lokalen Temperbereichen 26 schon aufgrund von wärmeleitenden Effekten fließend.

[0057] Im Bereich der Randung 29 um die Öffnung 32 kann die Schicht 20, wie in Figur 8 exemplarisch dargestellt, in einen angefasten Bereich der Öffnung 32 hineinreichen. Bei Temperieren kann dieser Bereich eine Fokus eines Lasers oder eine auf sonstige Weise bedingte Temperierungszone verlassen, so dass hier kein ausreichender Wärmeeintrag mehr erfolgt und im Bereich der Randung 29 ein nicht-getemperter Bereich 28 folgt, welcher von Temperbereichen 26 umgeben ist.

Bezugszeichenliste:

[0058]

1	Walze
10	Walzenkörper
12	Rohr
14	Stirträger
16	Walzenzapfen
18	Schweißverbindung (exemplarisch beziffert)
19	beschichtete Oberfläche
20	Schicht
22	Hochgeschwindigkeitsflammspritzen-(HVOF)-Fladen
23	Strukturelemente
24	Temperierungszone (exemplarisch beziffert)
25	Übergangsbereich (exemplarisch beziffert)
26	lokaler Temperbereich
27	spiralförmiger Temperbereich
28	nicht-getemperter Bereich
29	Randung
30	Spirale
31	Spirale
32	Öffnung

Patentansprüche

1. Walze, die mit einer über Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgetragenen Schicht beschichtet

ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht nicht-getemperte Bereiche neben lokalen Temperbereichen und/oder lokale, spiralförmige oder spiralförmig angeordnete Temperbereiche aufweist.

2. Walze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht unter 10 % Poren aufweist.

3. Walze nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spiralförmigen Temperbereiche wenigstens zwei gegenläufige Spiralen umfassen.

4. Walze nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der nicht-getemperten Bereiche von den neben ihm angeordneten lokalen Temperbereichen umschlossen ist.

5. Walze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der nicht-getemperten Bereiche an einer Randung der Schicht angeordnet ist.

6. Walzenbeschichtungsverfahren, bei welchem zunächst eine Walzenoberfläche mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen beschichtet wird, wobei die mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgetragene Schicht (20) und/oder die beschichtete Oberfläche (19) anschließend lokal temperiert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokale Temperierung spiralförmig erfolgt und/oder lokale Bereiche nicht temperiert werden.

7. Walzenbeschichtungsverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ohne Aufschmelzen der aufgetragenen Schicht temperiert wird.

8. Walzenbeschichtungsverfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperierung unterhalb der Schmelztemperatur vorgenommen wird.

9. Walzenbeschichtungsverfahren bzw. Walze nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Großwalze und/oder Hohlwalze, insbesondere eine Furnierwalze, eine Saugwalze, eine Papier- bzw. Folienwalze, entsprechend beschichtet wird oder ist.

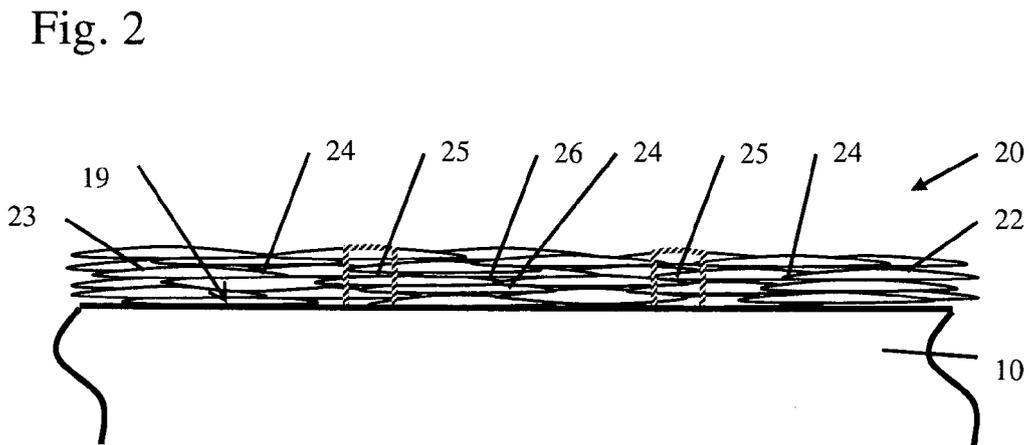
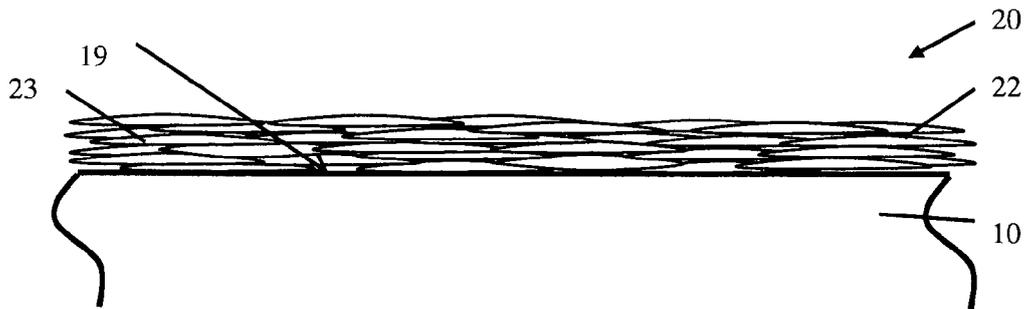
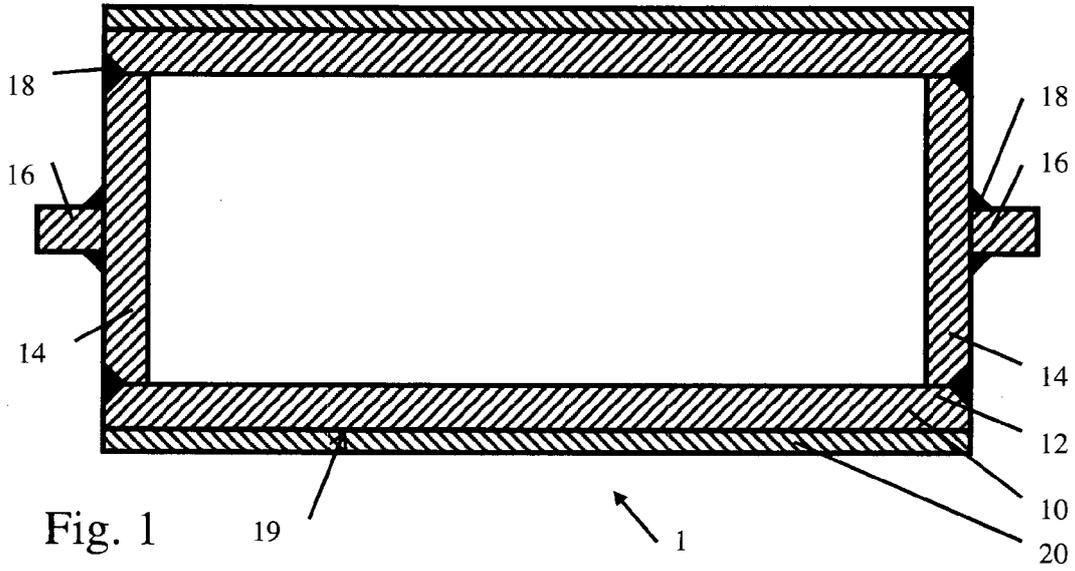


Fig. 3

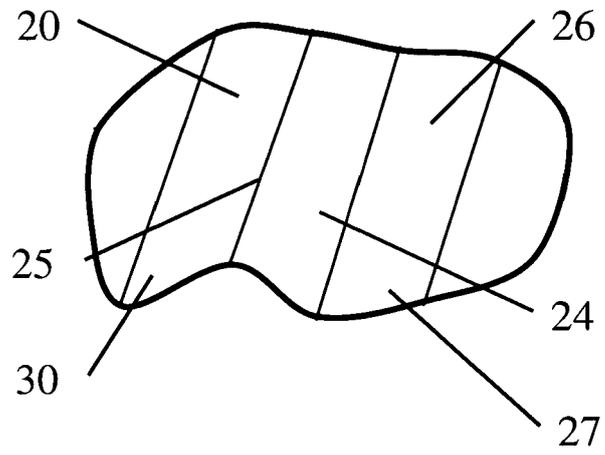


Fig. 4

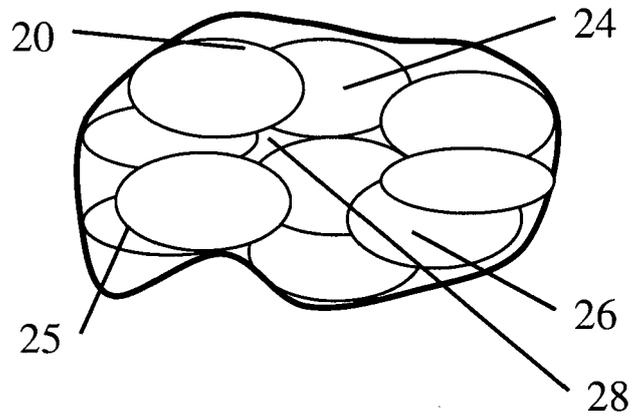
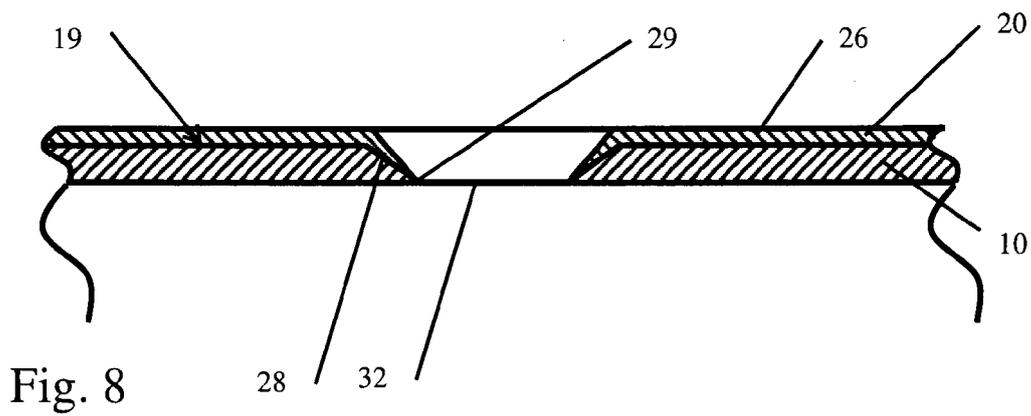
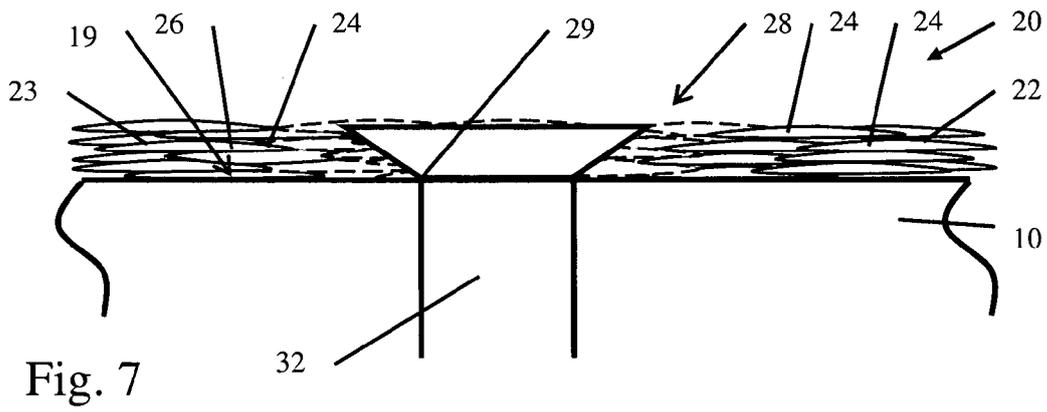
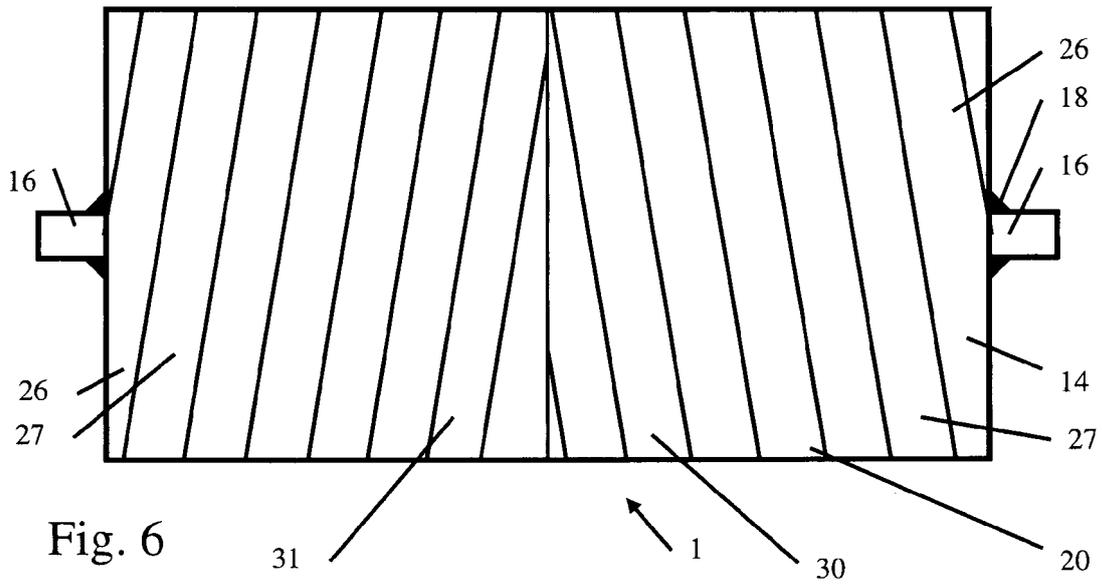


Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 00 6614

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 2 157 234 A2 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 24. Februar 2010 (2010-02-24) * Absatz [0001] - Absatz [0008] * * Absatz [0022] - Absatz [0027]; Abbildungen 1, 3 * -----	1,6	INV. D21F3/08 D21G1/02
A	DE 103 54 507 A1 (VOITH PAPER PATENT GMBH [DE]) 9. Juni 2005 (2005-06-09) * Absatz [0009] - Absatz [0010] * * Absatz [0023] - Absatz [0031]; Abbildung 1 *	1,6	
A	US 5 283 121 A (BORDNER BARRY A [US]) 1. Februar 1994 (1994-02-01) * Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 34; Abbildung 1 * -----	1,6	
			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
			D21F D21G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Dezember 2012	Prüfer Sabatucci, Arianna
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 Patentdokument, 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	

1 EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 12 00 6614

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

05-12-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2157234 A2	24-02-2010	DE 102008037999 A1 EP 2157234 A2	18-02-2010 24-02-2010

DE 10354507 A1	09-06-2005	KEINE	

US 5283121 A	01-02-1994	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102008037999 A1 [0002]
- DE 102009045824 A1 [0002]
- DE 102008044369 A1 [0002]