



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 666 840 A5

⑤ Int. Cl.⁴: B 22 D 11/01
B 05 D 1/26
H 01 B 12/06
H 01 L 31/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 6621/82

㉒ Anmeldungsdatum: 12.11.1982

㉔ Patent erteilt: 31.08.1988

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.08.1988

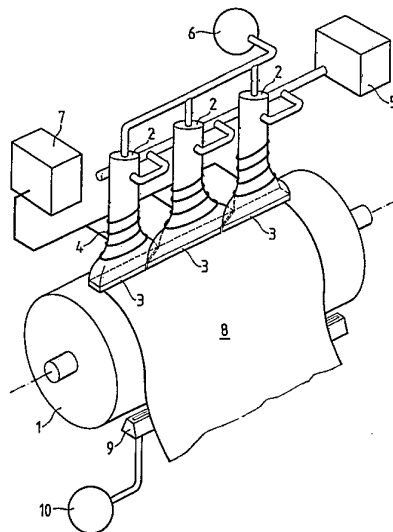
⑦③ Inhaber:
Concast Standard AG, Zürich

⑦② Erfinder:
Heinemann, Wilfried, Dr., Richterswil
Reimann, Peter, Gelterkinden
Gabriel, Thomas, Riehen
Güntherodt, Hans-Joachim, Prof., Witterswil

⑦④ Vertreter:
Edgar Punschke, Zürich

⑤④ **Verfahren, Vorrichtung und Anwendungen des Verfahrens zur Herstellung eines Bandes, einer Folie oder einer Beschichtung aus metallischem oder metalloxydischem Material.**

⑤⑦ Zur Herstellung von metallischen oder metalloxydischen Bänder, Folien grosser Breite werden Gruppen von nebeneinanderliegenden Schlitzdüsen (3A, 3B, 3C) mit gleichen oder unterschiedlichen Schmelzen beaufschlagt. Die Schmelzen werden zu einem einheitlichen Schmelzenbad auf einer bewegten Kühlkörperoberfläche, z.B. einer rotierenden Trommel (1), vereinigt, wo die Schmelze zum geschlossenen Metallband (8) erstarrt. Diesen Gruppen, die in Bewegungsrichtung der Kühlkörperoberfläche versetzt angeordnet sind, können mit unterschiedlichen Schmelzen beaufschlagt sein, so dass sich ein Metallband mit nebeneinanderliegenden, scharf abgegrenzten Bereichen unterschiedlicher Eigenschaften ergibt. Es lassen sich amorphe oder gemischt amorphe/kristalline oder auch nur kristalline Materialstrukturen herstellen. Das Verfahren eignet sich auch zum Herstellen von breiten Bändern für die Herstellung von Transformatoren, ferner von Beschichtungsfolien für Behälter oder Leitungen, sowie zur Herstellung von Ausgangsmaterial für Sandwich- oder Verbundmaterial mit Lagen unterschiedlicher Metallfolien, z.B. aus unterschiedlichen Legierungen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines Bandes, einer Folie oder einer Beschichtung aus metallischem oder metalloxydischem Material direkt aus der Schmelze, wobei die Schmelze aus einem Vorratsbehälter durch Düsenöffnungen auf einen kontinuierlich bewegten Kühlkörper aufgebracht wird und sich beim Abkühlen der Schmelze das Band, die Folie oder die Beschichtung bildet, dadurch gekennzeichnet, dass aus mehreren nebeneinander liegenden Düsenöffnungen (3A, 3B, 3C) ausströmende Schmelzenströme beim Auftreffen auf die Kühlkörperoberfläche zu einem einheitlichen Schmelzenbad vereinigt werden und dass die Schmelze im Augenblick der Vereinigung zum Erstarren gebracht wird, derart, dass sich das Band, die Folie oder die Beschichtung als eine geschlossene Materialschicht der gewünschten Breite bildet.

2. Verfahren zur Herstellung eines Bandes, einer Folie oder einer Beschichtung aus metallischem oder metalloxydischem Material direkt aus Schmelzen, wobei die Schmelzen aus Vorratsbehältern durch Düsenöffnungen auf einen kontinuierlich bewegten Kühlkörper aufgebracht werden und sich beim Abkühlen der Schmelzen das Band, die Folie oder die Beschichtung bildet, dadurch gekennzeichnet, dass eine aus der ersten Düsenöffnung ausströmende erste Schmelze beim Auftreffen auf die Kühlkörperoberfläche zum Erstarren gebracht wird, unmittelbar nach Erstarren der ersten Schmelze aus mindestens einer quer zur Bewegungsrichtung der Kühlkörperoberfläche gegenüber der ersten Düsenöffnung versetzten zweiten Düsenöffnung mindestens eine von der ersten Schmelze verschiedene zweite Schmelze auf die gleiche Kühlkörperoberfläche aufgebracht wird, wobei die zweite Schmelze unmittelbar an den aus der ersten Schmelze gebildeten Bereich des Bandes, der Folie oder der Beschichtung angeschmolzen wird, derart, dass sich das Band, die Folie oder die Beschichtung als eine geschlossene Materialschicht mit nebeneinander liegenden Bereichen unterschiedlicher Zusammensetzung ergibt.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere nebeneinander liegende Düsenöffnungen (3A, 3B, 3C) mit einem oder mehreren Vorratsbehältern (2a, 2B, 2C) verbunden sind, derart, dass die Wirkungsbereiche der Düsenöffnungen auf der Oberfläche des Kühlkörpers (1) direkt aneinander anschliessen oder einander überlappen.

4. Vorrichtung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenöffnungen (3A, 3B, 3C) in der Bewegungsrichtung (Y) des als Substrat wirkenden Kühlkörpers (1) gegeneinander versetzt angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass aus mehreren nebeneinander liegenden Düsenkörpern (2A, 2B, 2C) eine gemeinsame Schlitzdüse (3) gebildet ist, wobei jeder Düsenkörper eine oder mehrere Düsenöffnungen (3A, 3B, 3C) enthält.

6. Vorrichtung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch mehrere, formschlüssig aneinandergefügte Düsenkörper (Fig. 6, 7, 8) eine Schlitzdüse (3) gebildet ist.

7. Vorrichtung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine ungerade Anzahl von Düsenöffnungen (3A, 3B, 3C) zu einer quer zur Bewegungsrichtung (Y) der Kühlkörperoberfläche verlaufenden Schlitzdüse (3) derart zusammengesetzt sind, dass die beiden randäusseren Düsenöffnungen (3A, 3C) in einer Linie liegen.

8. Vorrichtung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere nebeneinander liegende Vorratsbehälter (2A, 2B) mit getrennt geregelten Steuerungseinrichtungen (7) verbunden sind, zur getrennten Regelung der Verfahrensparameter bezüglich der Vorratsbehälter (2A, 2B).

9. Vorrichtung nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass nebeneinander liegende schlitzförmige Düsenöffnungen (3A, 3B; Fig. 9) einander überlappen, wobei jeweils Schlitzanfang und Schlitzende in einer Linie senkrecht zur Bewegungsrichtung (Y) der Substratoberfläche liegen.

10. Vorrichtung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenöffnungen (3A, 3B, 3C) schlitzförmig sind und eine Schlitzbreite (a) zwischen 0,3 und 0,8 mm und eine Schlitzlänge (b) zwischen 20 und 100 mm aufweisen.

11. Vorrichtung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der gegenseitige Versatz (c) der Düsenöffnungen (3A, 3B, 3C) maximal 5 mm beträgt.

12. Vorrichtung nach Patentanspruch 4, wobei die Vorratsbehälter mit einem Förderdruck beaufschlagt sind, welcher grösser ist als 1 bar, dadurch gekennzeichnet, dass der gegenseitige Versatz (c) der Düsenöffnungen (3A, 3B, 3C) in der Bewegungsrichtung (Y) des Kühlkörpers (1) im Bereich zwischen 5 mm und 12 mm liegt.

13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zu unterschiedlichen Schmelzen gehörende einzelne Düsenöffnungen oder Gruppen von Düsenöffnungen in der Bewegungsrichtung der Kühlkörperoberfläche um einen derartigen Abstand gegeneinander versetzt angeordnet sind, dass die Wirkungsbereiche der einzelnen Düsenöffnungen oder Gruppen von Düsenöffnungen quer zur Bewegungsrichtung der Kühlkörperoberfläche nahtlos aneinander anschliessen.

14. Anwendung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 zum Beschichten eines Halbzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass die kontinuierlich bewegte Kühlkörperoberfläche durch das zu beschichtende Halbzeug gebildet ist.

15. Anwendung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 zur Herstellung von Verbundwerkstoff, dadurch gekennzeichnet, dass Verbundwerkstoff durch Mehrfachaufbringen von jeweils nach dem Verfahren hergestellten Materialschichten gleicher oder unterschiedlicher Zusammensetzung und/oder Struktur gewonnen wird.

16. Anwendung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 zur Herstellung von Verbundwerkstoff, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Verfahren hergestellte Bänder oder Folien durch isostatisches Pressen zu Verbundwerkstoff weiterverarbeitet werden.

17. Anwendung nach Patentanspruch 14 zur Oberflächenveredlung des Halbzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass Stossbereiche zwischen nebeneinander verlaufenden jeweils nach dem Verfahren hergestellten Materialschichten in einem zusätzlichen Verfahrensschritt lokal kurzzeitig aufgeschmolzen werden und dass das aufgeschmolzene Volumen zum glasartigen Erstarren gebracht wird.

18. Anwendung nach Patentanspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufschmelzen mit Hilfe eines Lasers vorgenommen wird und dass das aufgeschmolzene Material mit einem Temperaturgradienten zwischen 10^4 und 10^5 Grad Celsius pro Sekunde zum glasartigen Erstarren gebracht wird.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Herstellung eines Bandes, einer Folie oder einer Beschichtung aus metallischem oder metalloxydischem Material direkt aus der Schmelze bzw. Schmelzen, sowie Anwendungen eines Verfahrens, gemäss dem Oberbegriff der Patentansprüche 1–3 und 13–16.

Es ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von amorphen Metallbändern bekannt (EP 0026812),

wobei eine metallische Schmelze aus einem Vorratsbehälter durch wenigstens eine Düsenöffnung ausgepresst und auf der Oberfläche eines an der Düsenöffnung in unmittelbarer Nähe vorbeigeführten Kühlkörpers erstarren gelassen wird. Ausgegangen wird dabei von runden Düsen mit einem Durchmesser von 0,5 bis 1 mm, bei deren Verwendung ein für die Herstellung amorpher Metallbänder optimaler Zusammenhang zwischen der Düsenöffnung, dem Abstand der Düsenöffnung von der Kühlkörperoberfläche sowie der Geschwindigkeit der Oberfläche des Kühlkörpers angegeben wird. Damit sollen gleichmässig ausgebildete Metallbänder bei höheren Produktionsgeschwindigkeiten hergestellt werden können. Solche Bänder können entweder vollständig amorph sein oder ein zweiphasiges Gemisch des amorphen und des kristallinen Zustandes umfassen. Dabei wird unter einer amorphen Metallegierung eine Legierung verstanden, deren Molekülstruktur zu wenigstens 50%, vorzugsweise zu wenigstens 80%, amorph ist.

Es sind ferner ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Metallstreifens bekannt (DE-PS 27 46 238), wonach verschiedene, in der Praxis jedoch kompliziert herzustellende Düsenformen zur Herstellung «breiter» Metallstreifen vorgeschlagen werden. Die grösste damit erzielte Streifenbreite betrug 12 mm. Im Rahmen dieses Vorschlages wird auch darauf hingewiesen, dass es grundsätzlich möglich sein müsse, eine Vielzahl von parallelen gleichmässigen Düsenstrahlen aus geeignetem Abstand auf ein sich bewegendes Substrat aufzutreffen zu lassen, um einen relativ breiten Streifen zu bilden. Dieser Versuch bereite jedoch Schwierigkeiten, insbesondere da die Düsenstrahlen sich nicht unter Bildung einer Lache vereinigen, so dass es praktisch schwierig sei, Streifen mit gleichförmigem Querschnitt zu erhalten. Ausserdem sei es schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, eine Lache von ausreichend gleichmässiger Dicke zum Ziehen von Streifen mit nur annähernd gleichmässigem Querschnitt breiter als etwa 7,5 mm zu erhalten. Es wurden gemäss der DE-PS 27 46 238 zur Überwindung solcher Schwierigkeiten Vorrichtungen mit sehr nahe an der Kühlkörperoberfläche abgestuften Düsenformen vorgeschlagen, mit deren Hilfe sich Streifen mit gleichförmigeren Abmessungen bezüglich der Breite und Dicke sowie mit gleichmässigen Festigkeitseigenschaften bis zum Bereich der oben angegebenen Breite herstellen lassen.

In Verbindung mit einer Vorrichtung zur Herstellung von Materialbändern mit hoher Geschwindigkeit ist ein Düsenkörper mit gekrümmter Oberfläche und einer schlitzzartigen Düsenöffnung zur Beeinflussung der Strömungsverhältnisse zwischen dem Düsenkörper und der Oberfläche des Kühlkörpers bekannt (EP 0040069).

Alle bekannten Verfahren und Vorrichtungen zur Herstellung von Bändern der eingangs erwähnten Art sind mit dem entscheidenden Nachteil behaftet, dass die praktische Herstellung von Bändern, welche wesentlich breiter sind als etwa 15 cm, bisher nicht möglich war. Dies trotz eines starken und grossen Bedarfs an solchen Bändern, die bisher immer noch über aufwendige und kostenintensive Walzverfahren hergestellt werden. Ausserdem besteht ein Verlangen nach breiteren Bändern mit amorpher Struktur, welche beispielsweise die Herstellung von Transformatoren ermöglichen. Solche Transformatoren weisen um ca 30% geringere Ummagnetisierungsverluste auf als aus konventionellen Blechpaketen gefertigte.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Verfahren, Vorrichtungen und Anwendungen eines Verfahrens anzugeben, welche die Herstellung eines Bandes, einer Folie oder einer Beschichtung aus metallischem oder metalloxydischem Material jeder beliebigen Breite erlaubt und welche ausserdem die Herstellung solcher Produkte mit getrennten Berei-

chen unterschiedlicher Strukturen (amorph bzw. kristallin) ermöglicht. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die in den Ansprüchen 1–3, 13, 14, 15 und 16 definierten Merkmale gelöst. Auf diese Weise lassen sich teilweise in Überwindung bisheriger praktischer Schwierigkeiten und damit verbundener Vorurteile Bänder, Folien oder Beschichtungen, nahezu beliebiger Breite herstellen, und es lassen sich Produkte mit getrennten Bereichen unterschiedlicher Strukturen (amorph bzw. kristallin) herstellen, für welche sich ein breites Anwendungsspektrum eröffnet. Es ist damit beispielsweise möglich, eine Folie herzustellen, welche im mittleren Teil amorphe Struktur aufweist und damit steif und formbeständig ist und in den Randbereichen, in welchen die Folie mit anderen Elementen verbunden, beispielsweise verfalzt werden soll, eine weiche und biegsame kristalline Struktur aufweist. Durch kombinierte Steuerung der Verfahrensparameter für nebeneinander liegende Düsen oder Düsengruppen lassen sich auf vorteilhafte Weise die Materialeigenschaften der herzustellenden Bänder weitgehend bestimmen. Nach diesem Verfahren hergestellte Bänder oder Folien können auf besonders vorteilhafte Weise zur Verkleidung oder Auskleidung mechanisch oder chemisch beanspruchter Teile verwendet werden, beispielsweise von Rohrleitungen, um sie korrosionsfest zu machen, oder von Gleitlagern. Solche Produkte lassen sich bei Verwendung derartiger Bänder oder Folien einfacher und billiger herstellen als die nach traditionellen Verfahren hergestellten Produkte. Ausserdem weisen die nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellten Produkte bessere technologische Eigenschaften auf als konventionell, beispielsweise nach einem pulvermetallurgischen Verfahren, hergestellte Produkte.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die schematische perspektivische Darstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel für einen Düsenkörper mit mehreren Einzelschlitzen,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einer aus Einzeldüsen zusammengesetzten Schlitzzdüse,

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit versetzten Einzeldüsen und getrennten Düsenkörpern,

Fig. 5 die Aufsicht auf die Vorrichtung gemäss Fig. 4, Fig. 6A bis 6B die Unteransicht unter einen Düsenkörper mit versetzten Düsenkörpern,

Fig. 7a bis 7C Düsenmodule mit durchgehendem Düsen-schlitz,

Fig. 8A bis 8C Düsenmodule mit versetztem Düsen-schlitz, und

Fig. 9A und 9B Düsenmodule mit schräg verlaufenden Düsen-schlitzen.

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens enthält eine als Kühlkörper wirkende kontinuierlich rotierende Trommel 1, Vorratsbehälter 2, mit einer oder mehreren Düsen 3, beispielsweise mit einem Düsen-schlitz, und einer induktiven Heizvorrichtung 4 zum Aufheizen der in den Vorratsbehältern 2 befindlichen Schmelze. Anstelle der induktiven Heizvorrichtung kann auch eine beliebige andere temperaturstabilisierende Vorrichtung verwendet werden.

In den Vorratsbehältern 2 ist schmelzflüssiges Metall enthalten, welches gegebenenfalls aus einer Quelle 5 nachgeführt wird. Sowohl der Vorratsbehälter 2 als auch die gesamte Vorrichtung können an ein Inertgassystem angeschlossen sein, was in Fig. 1 schematisch durch einen an die Vorratsbehälter 2 angeschlossenen Gasbehälter 6 angedeutet ist. Ferner kann der Bereich der Düsenöffnung von einer Schutzgasatmosphäre umgeben sein. Auch kann der Vorratsbehälter 2 mit leichtem Überdruck aus dem Gasbehälter 6 beauf-

schlägt sein. An die induktive Heizvorrichtung 4 ist eine gezielte Stromversorgungseinrichtung 7 angeschlossen. Zum besseren Ablösen des sich bildenden Bandes 8 von der Trommel 1 ist eine Abstreiferdüse 9 für Luft oder Schutzgas vorgesehen, die an ein Reservoir 10 angeschlossen ist.

Im gezeigten Beispiel ist die Düsenkonfiguration 3 gemäss Fig. 1 auf die imfolgenden beschriebene Weise aus mehreren Einzeldüsen zusammengesetzt. Dabei werden im wesentlichen zwei Ausführungsarten unterschieden, welche jedoch miteinander kombinierbar sind. In einer ersten Ausführungsart ist, wie in Fig. 2 dargestellt, ein einziger, mit dem Vorratsbehälter 2 integrierter Düsenkörper vorgesehen, welcher im gezeigten Ausführungsbeispiel drei Einzelschlitze 3A, 3B, 3C enthält. In einer zweiten Ausführungsart, die in den Fig. 3, 4 und 5 schematisch dargestellt ist, sind mehrere Düsenkörper vorgesehen, welche jeweils entweder Einzeldüsen 3 oder Düsengruppen 3A, 3B, 3C enthalten können und welche jeweils mit getrennten Vorratsbehältern 2A, 2B, 2C verbunden sind.

Die sich gemäss den Fig. 2 und 3 aus den Düsenöffnungen 3A, 3B, 3C zusammensetzende Schlitzdüse 3 verläuft senkrecht zur Bewegungsrichtung Y der Trommel 1 und im wesentlichen parallel zur Oberfläche der Trommel. Die Düsenöffnungen 3A, 3B, 3C sind derart nebeneinanderliegend angeordnet, dass die aus dem Vorratsbehälter 2 oder den Vorratsbehältern 2A, 2B, 2C strömende Schmelze auf der als Substrat dienenden Oberfläche der Trommel 1 eine durchgehende und geschlossene Schmelze bildet. Die als Kühlkörper ausgebildete Trommel 1 erzeugt innerhalb der dünnen Schmelzenschicht ein Temperaturgefälle, welches zur sofortigen Erstarrung der Schmelze und zur Bildung einer mechanisch geschlossenen Materialbahn auf dem Substrat führt. Durch Wahl der Schmelztemperatur, z. B. mit Hilfe der regelbaren Stromversorgungseinrichtung 7, sowie durch Wahl der Bewegungsgeschwindigkeit für die Trommel 1, sowie durch Wahl des Temperaturgradienten auf der Substratoberfläche lassen sich Materialbahnen verschiedener Struktur, also vorwiegend amorph oder auch kristallin, herstellen. Am erzeugten Produkt lassen sich derartige Kristallstrukturen beispielsweise durch Röntgenbeugungsmessungen feststellen. Kristalline Materialien zeigen charakteristische scharfe Beugungslinien, während sich bei amorphen Materialien die Intensität im Röntgenbeugungsbild nur langsam mit dem Beugungswinkel ändert.

Bei Verwendung von getrennten Düsenkörpern, welche mit getrennten Vorratsbehältern 2A, 2B verbunden sind, lassen sich Materialbahnen herstellen, welche nebeneinander Amorph-Amorph- oder Amorph/Kristallin-Struktur enthalten. Eine auf diese Weise hergestellte Folie erscheint als geschlossene Materialbahn, welche jedoch in verschiedenen Bereichen die bekannten unterschiedlichen Eigenschaften für kristalline bzw. amorphe Strukturen zeigt. Beispielsweise ist eine auf diese Weise hergestellte Folie im mittleren Bereich hochelastisch und fest, während sie in den Randbereichen weich und damit leicht verformbar ist, so dass sie sich hervorragend als Verpackungsfolie eignet. Ein anspruchsvolles Anwendungsgebiet wäre die Herstellung von nebeneinanderliegenden und miteinander verbundenen Leiterbahnen aus normal- und supraleitenden Gebieten auf einer Folie. Derartige Folien lassen sich zur Herstellung von Hochfeldspulen für Fusionsanlagen verarbeiten.

Gemäss dem in den Fig. 4 und 5 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Düsenköpfe an getrennten Vorratsbehältern 2A, 2B, 2C in der Bewegungsrichtung Y der Trommel 1 gegeneinander versetzt. Dabei schliessen die Wirkungsbereiche der zu den einzelnen Vorratsbehältern gehörenden Düsen oder Düsengruppen quer zur Bewegungsrichtung Y der Trommel 1 nahtlos aneinander an. Mit dieser Anordnung

lassen sich unterschiedliche Materialbahnen mit direkt aneinander anschliessenden Bereichen unterschiedlichen Materials herstellen, wobei die Übergänge zwischen den Bereichen längs einer scharfen Trennungslinie erfolgen. Erreicht wird dies durch Steuerung der Verfahrensparameter, Schmelzentemperatur, Abstand der Düsen voneinander und Bewegungsgeschwindigkeit der Trommeloberfläche derart, dass unmittelbar an die bereits erstarrte Schmelze aus dem Vorratsbehälter 2A eine zweite Schmelze unterschiedlicher Zusammensetzung aus dem zweiten Vorratsbehälter 2B angeschmolzen wird. Dabei bildet sich eine einheitliche Materialschicht, die als Ganzes von der Trommeloberfläche abgetragen werden kann.

Zur Erzielung von optimalen Anschlussbereichen zwischen den Düsenöffnungen 3A, 3B, 3C ist es besonders vorteilhaft, nebeneinanderliegende Düsenöffnungen in der Bewegungsrichtung Y versetzt zueinander anzuordnen. Die grundsätzliche Ausführung ist in den Fig. 6A und 6B gezeigt. Dabei können auf der Unterseite eines Vorratsbehälters 2 derartige Düsenmodule 8A, 8B, 8C einzeln oder zu mehreren formschlüssig nebeneinander eingesetzt sein. Ein solches Düsenmodul enthält mehrere Düsenöffnungen 3A, 3B, 3C mit einer Schlitzbreite a, einer Schlitzlänge b, einem Versatz c einer Überlappung d. Mit dieser Anordnung ergibt sich eine besonders vorteilhafte gleichmässige Überdeckung der Wirkungsbereiche der Düsenöffnungen.

Besonders vorteilhaft haben sich die folgenden Werte erwiesen: $a = 0,3$ bis $0,8$ mm, $b = 20$ bis 100 mm, $c = 0$ bis 5 mm und $d = 0$ bis 3 mm.

Die Fig. 7 bis 9 zeigen weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele für derartige Düsenmodule. Gemäss den Fig. 7A bis 7C weisen die nebeneinander liegenden Düsenmodule einen durchgehenden Düsen Schlitz 3 auf. Gemäss Fig. 7A verläuft die Stossfläche zwischen den Modulen senkrecht zum Düsen Schlitz. Fig. 7B zeigt schräg verlaufende Stossflächen, was in der Praxis zu besonders guten Übergängen zwischen den einzelnen Düsenmodulen führt, so dass die Stossstellen am hergestellten Produkt praktisch nicht erkennbar sind. Gemäss Fig. 7C sind gekrümmte Stossflächen zwischen den Modulen vorgesehen, welche auf besonders vorteilhafte Weise eine Selbstzentrierung des durchgehenden Düsen Schlitzes erlauben.

Die Düsenmodule nach Fig. 8A enthalten je eine Schlitzdüse und schräg verlaufende Stossflächen. Gemäss Fig. 8B enthält ein Modul mehrere, im Beispiel zwei versetzt angeordnete Schlitzdüsen, wobei schräg verlaufende Stossflächen zwischen den Modulen vorgesehen sind und die Düsen Schlitzdüse auch über die Stossstellen versetzt verlaufen. Demgegenüber verlaufen die Düsen Schlitzdüsen nach Fig. 8C durchgehend über rechtwinklig zu den Düsen Schlitzdüsen angeordnete Stossflächen.

Fig. 9B zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem nebeneinanderliegende, schräg verlaufende Düsenöffnungen einander derart überlappen, dass die abgeknickten oder erweiterten Enden der Düsenöffnungen in das benachbarte Düsenmodul übergreifen; damit werden keine besonderen Anfangs- und Endmodule benötigt.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel zur Herstellung eines amorphen Bandes aus der Legierung $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$ wurde eine Vorrichtung gemäss den Fig. 1 und 2 benutzt, bei welchen eine Mehrfachdüsenanordnung mit einer Überlappung G von 1 mm, einem Versatz D von 3 mm, einer Düsen Schlitzbreite von $0,3$ mm und einem Abstand der Düsen von der Substratoberfläche von $0,3$ mm eingestellt wurde. Bei einer Drehgeschwindigkeit der Trommel von 1200 U/min und einem Durchmesser der Trommel von 30 cm ergibt sich eine Giessgeschwindigkeit von $1,2$ km/min.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel, bei welchem eine Moduldüse gemäss Fig. 7 verwendet wurde, betrug die Grösse der Einzeldüse $2,0 \times 0,3 \times 35$ mm, der Düsenabstand von der Substratoberfläche 0,3 mm. Die Giessgeschwindigkeit wurde gleich gewählt wie im zuvor erwähnten Beispiel.

Es hat sich als zweckmässig erwiesen, den Abstand A der Düsen von der Substratoberfläche so zu wählen, dass er einerseits grösser als die Dicke des herzustellenden Bandes oder der herzustellenden Schicht ist, andererseits kleiner als 0,5 mm. Zur Herstellung von amorphen Bänder oder Schichten hat sich eine Giessgeschwindigkeit im Bereich von 1,2 bis 2,0 km/min. als besonders vorteilhaft für die oben erwähnten bevorzugten Ausführungsbeispiele erwiesen. Es wurden im Beispiel Bänder mit einer Breite von 5 bis 30 cm hergestellt.

Auf besonders vorteilhafte Weise lassen sich mit dem beschriebenen Verfahren und den beschriebenen Vorrichtungen Folien aus Legierungen herstellen, beispielsweise mit Ni und Pd für katalytische Reaktionen, Cu-Ti, Cu-Zr, Ni-Zr, Mg-Nn-Legierungen, beispielsweise für Wasserstoffspeicher, ferner Lötfolien auf Fe-Basis zum Schweißen von rostfreiem Stahl und Ni-Legierungen und zum Verbinden von Keramik mit Metallteilen. Ferner lassen sich Transformatorenbleche oder Ge- bzw. Si-haltige Legierungen für Halbleiteranwendungen herstellen bzw. Trägermaterial, z. B. Silizium-Solarzellen, damit beschichten. Auch Legierungen für die Supraleitung sind auf diese Weise herstellbar. Solche hochwertigen Folien können gemäss dem beschriebenen Verfahren an den Rändern von weniger wertvollen Transportmaterialien gehalten sein, welche die maschinelle Verarbeitung derartiger Folien mit Hilfe von am Rand angreifenden Transportvorrichtungen bei Schonung der Nutzfolie erlauben.

Mit solchen Produkten bzw. unter Anwendung des beschriebenen Verfahrens lassen sich Verbundmaterialien verschiedenster Art herstellen, beispielsweise als Sandwich unterschiedlicher Metall-Legierungen, oder im Rahmen des isostatischen Pressens von Fasermaterialien, Bändern und dergleichen. Mit den gemäss dem beschriebenen Verfahren hergestellten Folien oder Bändern lassen sich auch Rohre oder Transportleitungen aus- oder verkleiden, so dass sie beispielsweise eine korrosionsfeste Oberfläche aus hochwertigem Material aufweisen, während das Trägermaterial ein einfaches und preiswertes Massenprodukt sein kann.

Grossflächige Beschichtungen solcher Art lassen sich durch mehrere aneinanderstossende Materialbahnen realisieren, wobei die Stossbereiche zwischen den nebeneinander verlaufenden Materialbahnen in einem zusätzlichen Verfahrensschritt derart nachbehandelt werden können, dass sich eine homogene Oberfläche gleichmässiger Struktur ergibt. Der zusätzliche Verfahrensschritt kann beispielsweise mit Hilfe des «Laserglassing» durchgeführt werden. Dabei werden bis auf eine einstellbare Eindringtiefe die Materialschichten an den Stossbereichen kurzzeitig örtlich aufgeschmolzen. Das Kühlpotential des umgebenden Materials reicht dabei aus, um das aufgeschmolzene Volumen mit sehr hohen Kühlraten, z. B. im Bereich zwischen 10^4 und 10^5 Grad Celsius pro Sekunde, glasartig erstarren zu lassen, so dass sich auch dort eine amorphe Materialstruktur erzeugen lässt. Mit dieser Methode lassen sich beispielsweise Oberflächen von Rohren oder Wellen hochvergüten, wobei sich auch Werkstücke mit relativ grossen Abmessungen mit einer vergüteten bzw. gehärteten Oberfläche versehen lassen.

35

40

45

50

55

60

65

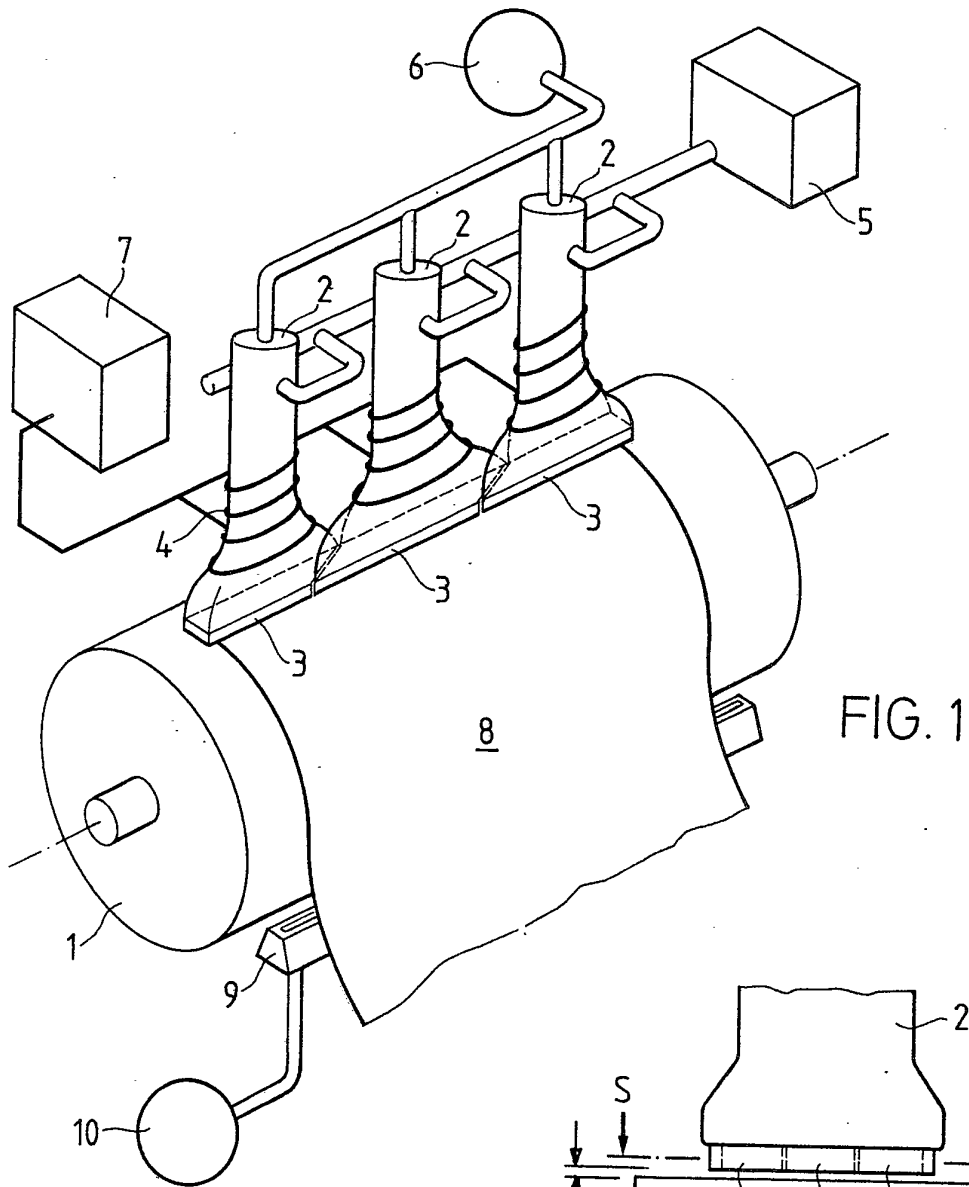


FIG. 1

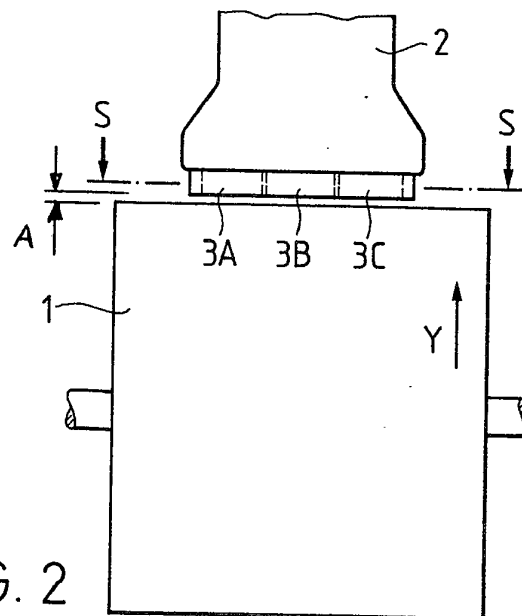
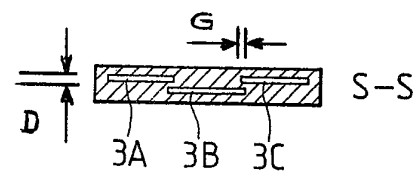


FIG. 2



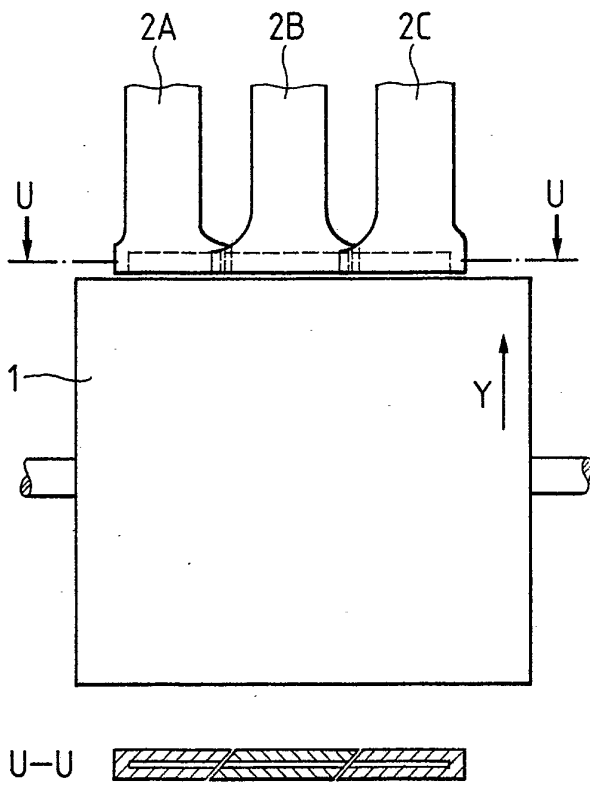


FIG. 3

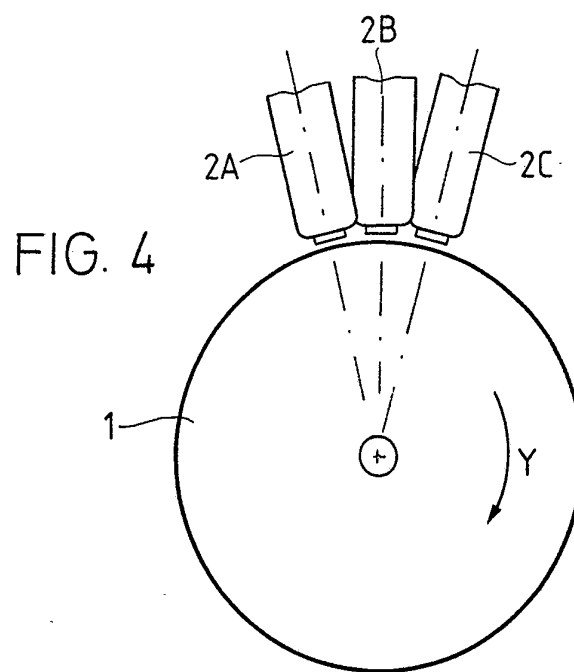


FIG. 4

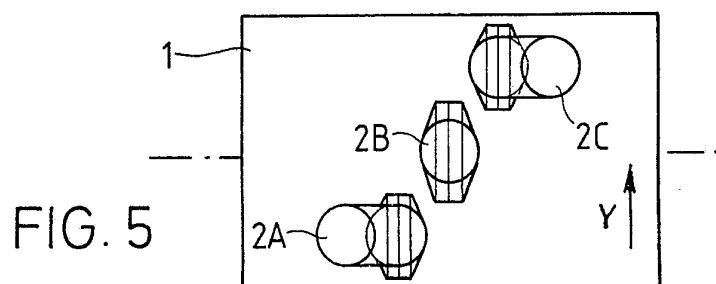


FIG. 5

