(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 03 875 T3** 2006.11.16

(12) Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 736 115 B2**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 03 875.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR95/01370**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 935 976.1**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1996/012842**
(86) PCT-Anmeldetag: **18.10.1995**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **02.05.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.10.1996**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **05.08.1998**
(97) Veröffentlichungstag des geänderten Patents beim EPA: **12.04.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.11.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***D04H 18/00*** (2006.01)
D04H 13/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
9412764 20.10.1994 FR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE, CH, DE, ES, GB, IT, LI, NL, SE

(73) Patentinhaber:
Messier Bugatti, Velizy Villacoublay, FR; Snecma Propulsion Solide, Le Haillan, FR

(74) Vertreter:
BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538 München

(72) Erfinder:
DUVAL, Renaud, Jean, Raymond, Roger, F-69270 Couzon-au-Mont-d'Or, FR; CULLERIER, Jean-Louis, Maurice, F-33200 Bordeaux-Cauderan, FR; PIRODON, Jean-Pascal, F-69230 Saint-Genis-Laval, FR

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Fasersubstrats durch Überlagerung von Faserschichten und so erhaltene Substrate**

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNICHES GEBIET:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Herstellung von Fasersubstraten aus Faserschichten, die übereinandergelegt und nacheinander vernadelt werden.

[0002] Die Erfindung betrifft spezieller die Faserstrukturen aus Ausgangsfasern von Kohlenstoffasern.

STAND DER TECHNIK:

[0003] Die Technik zur Herstellung solcher Fasersubstrate besteht darin, die Fasersubstrate durch Übereinanderlegen von Vliesen herzustellen, die ein geeignetes Verhalten aufweisen, welches das Übereinanderlegen der Vliese in aufeinanderfolgenden Schichten ermöglicht.

[0004] Die Herstellung eines Fasersubstrats besteht darin, mehrere Vliese übereinander anzuordnen und sie unter Bedingungen, die entsprechend der beabsichtigten Verwendung festgelegt werden, insbesondere durch Vernadelung, miteinander zu verbinden.

[0005] Diese Methode führt zu einem mehr oder weniger dichten Fasersubstrat, das anschließend zugeschnitten wird, um einen Vorformling oder Vorformlinge zu erhalten, die geeignet sind, später Arbeitsgängen der Carbonisierung, Verdichtung, thermischen Behandlung und Feinbearbeitung unterzogen zu werden.

[0006] Diese Technik zur Bildung eines Fasersubstrats ist wohlbekannt, und die Apparatur für ihre Durchführung umfaßt nach einem Herstellungsverfahren einen sogenannten Vernadelungstisch, der dazu bestimmt ist, die übereinanderliegenden, aufeinanderfolgenden Schichten oder Vliese zu tragen. Der Tisch ist lotrecht zu einem Vernadelungskopf angeordnet, der mehrere Bartnadeln aufweist und der vertikal verschoben werden kann, um die Nadeln in die Faserschichten einzustechen und durch Aufnahme und Verschieben einiger Fasern die Vernadelung senkrecht zu der allgemeinen Ebene der übereinanderliegenden Vliese sicherzustellen.

[0007] Als Stand der Technik ist hier die Anmeldung EP 0 232 059 zu nennen, die eine konstante Einstichtiefe der Nadeln vorsieht, wobei diese Tiefe jedoch um einen Betrag, welcher der Dicke der jeweils übereinandergelegten Schichten entspricht, verschoben wird.

[0008] Die Endprodukte, die mit dem oben genannten Verfahren hergestellt werden können, können als allgemein gut beurteilt werden. Es wurde jedoch festgestellt, daß die erhaltenen Produkte nur dann eine homogene und zusammenhängende Struktur aufwiesen, wenn eine relativ hohe tatsächliche Vernadelungsdichte (VDt) angewandt wurde, um die nacheinander übereinandergelegten Vliese miteinander zu verbinden. Es kann angenommen werden, daß diese VDt mindestens einen so hohen Wert von 1500 hat. Die tatsächliche Vernadelungsdichte (VDt) ist eine Funktion der Anzahl von Nadelbärten pro cm^3, die auf eine Oberfläche der Schicht oder des Vlieses treffen. (Diese VDt schließt also die Vernadelungsdichte pro Oberflächeneinheit, den Einstichgrad in z-Richtung, den Schrittbetrag der Absenkung, aber auch die funktionellen Eigenschaften der Nadeln ein.)

[0009] Mit den oben genannten Parametern ist das erhaltene Produkt jedoch auf dem Gebiet der Bremsen und insbesondere auf dem Gebiet der Bremsen vom 'Wärmesenke'-Typ nicht immer als zufriedenstellend anzusehen.

[0010] Es wurde nämlich festgestellt, daß die Bremsscheiben aufgrund der auftretenden Kräfte und der hohen Temperaturen, die beim Einsatz dieses Bremsentyps auftreten, physikalische Eigenschaften aufweisen, die als ungeeignet beurteilt werden können, da nur wenig, keine oder zu viel der möglichen Verformung zugelassen wird. Unter diesen Bedingungen wird häufig festgestellt, daß die Scheiben einer 'Wärmesenke'-Bremse nicht mit ihren gesamten gegenüberliegenden Oberflächen zusammenwirken, so daß daraus unerwartete Bremsbedingungen entstehen können.

[0011] Es wurde empfohlen, die Anpassung eines solchen Produktes zu verbessern, indem die Herstellung eines Fasersubstrats auf der Basis von voroxidierten Fasern vorgenommen wird, die nach Carbonisierung und Verdichtung einen Faseranteil FA unter dem bislang gewöhnlich gewählten Faseranteil im Bereich von 29 bis 32% und einen Anteil von Fasern in z-Richtung FAz ebenfalls unter dem üblichen Anteil in der Nähe von 6 bis 10% aufweisen.

[0012] Daher wurde empfohlen, den Faseranteil FA auf einen Wert unter 27% herabzusetzen und einen Anteil von Fasern in z-Richtung FAz nahe 3% zu wählen.

[0013] Es wurde versucht, diese Ziele durch Herabsetzen der Verbindungsdichte, insbesondere der Vernadelungsdichte, bis auf ungefähr 30 Stiche/cm^2 zu erreichen. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß diese Methode das aufgeworfene Problem insgesamt nicht lösen konnte, da die Verminderung des allgemeinen Faseranteils, die mit diesem technischen Mittel erhalten werden kann, unzureichend ist, um das angestrebte Ziel zu erreichen.

[0014] Es wurde ferner vorgeschlagen, das aufgeworfene Problem zu lösen, indem für den Vernadelungstisch ein relativer Schrittbetrag der Verschiebung, insbesondere der Absenkung, beispielsweise in der Nähe von oder über 1,6 mm und in jedem Fall etwas über der Dicke der einzelnen übereinandergelegten Schichten gewählt wird. Es wurden keine überzeugenden Ergebnisse erhalten, da nur ein Parameter verändert wurde.

[0015] Das Problem sollte schließlich durch Veränderung der Einstichtiefe der Nadeln und folglich der Verbindungstiefe in z-Richtung gelöst werden, indem beispielsweise von 14 mm auf 12 mm übergegangen wurde, doch konnte dadurch kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden.

[0016] Allem Anschein nach können Ergebnisse, die in die gewünschte Richtung gehen, unter der Maßgabe erhalten werden, daß die drei oben genannten Parameter gleichzeitig variiert werden. In durchgeführten Untersuchungen wurde jedoch festgestellt, daß das Fasersubstrat, das durch gleichzeitiges Herabsetzen der drei oben genannten Parameter erhalten wird, eine nicht homogene Struktur aufweist, wobei verbundene Schichten erzeugt werden, deren Dicke von der oder den ersten auf dem Tisch angeordneten und vernadelten Schichten bis zu den letzten übereinandergelegten Schichten allmählich zunimmt. Es hat den Anschein, daß dieses Ergebnis der Strukturheterogenität auf eine Art Abprall-, Polster- oder Federeffekt zurückzuführen ist, der von dem allmählich zunehmenden Übereinanderlegen von Schichten oder der allmählich zunehmenden Dicke der übereinanderliegenden Schichten herrührt und der durch eine elastische Reaktion beim Eindringen der Nadeln zur Verminderung der Nadelwirksamkeit führt.

[0017] In dem Maße, wie die Schichten übereinandergelegt werden, sind daher die übereinanderliegenden Schichten definierter Dicke über eine geringere Tiefe mit den darunterliegenden Schichten verbunden und besitzen jeweils eine Restdicke, die für den Abpralleffekt verantwortlich ist.

[0018] Diese Fasersubstrate können selbst nach Verdichtung nicht geeignet verwendet werden, da die Strukturheterogenität von einer Seite zur anderen das Verhalten der aufeinanderfolgenden Schichten gegenüber Bremsbeanspruchungen verändert und das Risiko einer Schichtentrennung bei der Bremsbeanspruchung oder während der Herstellungsschritte eröffnet.

[0019] Der heterogene Charakter eines Fasersubstrats wurde insbesondere in dem Patent US 4 790 052 bereits festgestellt. Nach dieser Lehre wird empfohlen, den Abstand zwischen dem Schichtenträger und den Nadeln für jede aufgelegte Schicht zu erhöhen. Es konnte festgestellt werden, daß für die beabsichtigte Anwendung durch diese Technik, die im übrigen zu interessanten Ergebnissen führt, das aufgeworfene Problem nicht gelöst werden kann.

[0020] Ein Verfahren zur Herstellung von Fasersubstraten durch Übereinanderlegen von Faserschichten und Vernadeln jeder übereinandergelegten Schicht ist auch in der Patentanmeldung EP 0 695 823 beschrieben worden, die nach dem Anmeldetag des vorliegenden Patents veröffentlicht wurde. Der Abstand zwischen dem Träger der Schichten und den Nadeln wird bei jedem Auflegen einer neuen Schicht mit einem variablen Schrittbetrag erhöht, wobei die zu lösende Aufgabe darin besteht, die Fasermenge zu kontrollieren, die in permanenter Weise von den Nadeln transportiert wird.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG:

[0021] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein neues Verfahren anzugeben, durch das der anfangs gestellten Aufgabe entsprochen werden kann, wobei diese Aufgabe darin besteht, ein Fasersubstrat anzugeben, das eine Anpassung der Oberflächenstarrheit aufweist, welche von der Anpassung verschieden ist, die mit den üblichen Verbindungsparametern, insbesondere den üblichen Vernadelungsparametern, erhalten werden kann, bei dem die Dicke der Schichten nicht heterogen ist und das nach späteren Carbonisierungs- und Verdichtungsbehandlungen sowie thermischen Behandlungen insbesondere bei der Verwendung bei Bremsscheiben Reibungsteile und Abnutzungsteile liefern kann, die eine Fähigkeit zur Selbstanpassung an das Gegenstück, mit dem sie bei Bremsbeanspruchungen zusammenwirken, bieten, so daß gewährleistet ist, daß die maximalen gegenübergestellten Abnutzungsoberflächen gut zusammenwirken.

[0022] Diese Aufgaben werden durch das in dem unabhängigen Anspruch beanspruchte Verfahren gelöst.

[0023] Verschiedene weitere Eigenschaften gehen aus der nachfolgend in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, die als nicht einschränkende Beispiele Ausführungsformen des Gegenstandes der Erfindung zeigen, angegebenen Beschreibung hervor.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN:

[0024] Fig. 1 ist ein schematischer Schnitt eines erfindungsgemäßen Fasersubstrats.

[0025] Fig. 2 stellt schematisch eine Vernadelungsmaschine dar.

[0026] Fig. 3 ist eine synoptische Ansicht verschiedener Kurven der Durchführung des erfindungsge-

mäßen Verbindungsverfahrens.

[0027] Fig. 4 ist ein Teilschnitt, der eine Ausführungsform der Erfindung zeigt, die durch die Ansprüche für DE, GB nicht gedeckt wird.

BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG:

[0028] Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines Fasersubstrats **1**, das aus mehreren übereinanderliegenden Faserschichten **2** besteht, die dem Substrat **1** eine Dicke E verleihen und die vorzugsweise etwa durch Punkte **3**, insbesondere Vernadelungspunkte, die bezüglich der Richtungen x-y der Ebene der einzelnen Schichten **2** als gemäß der Richtung z ausgeführt betrachtet werden können, miteinander verbunden sind. Unter Schicht **2** wird ein beliebiges Faservlies mit gegebenenfalls ausgerichteten Fasern, gegebenenfalls vorvernadelten Fasern, gegebenenfalls verwebten Fasern, gegebenenfalls gewirkten Fasern oder gegebenenfalls verflochtenen Fasern verstanden.

[0029] Es ist zu beachten, daß sich die Erfindung auf Verfahren zur Herstellung eines Substrats **1**, das nicht eben ist, bezieht, wie beispielsweise die Verfahren, die darin bestehen, ein Substrat durch zylindrisches, schraubenförmiges, ebenes oder konisches Aufwickeln eines Vlieses zu bilden, wobei das Vlies aus Ausgangsfasern von Kohlenstoffasern (voroxidiertes PAN, Pech, Viskose, Phenolgruppen-haltig), Kohlenstoffasern, Keramikfasern oder ihren Ausgangsfasern und dem Gemisch dieser Fasern besteht, die entweder kontinuierlich oder nicht kontinuierlich vorliegen und die im Fall nicht kontinuierlicher Fasern auch aus der Wiederverarbeitung von Abfällen von Vliesen oder Substraten stammen können.

[0030] Zur Herstellung eines Fasersubstrats **1** aus Schichten **2** gemäß dem Beispiel von Fig. 1 wird im Fall eines ebenen Substrats **1** wie in Fig. 2 dargestellt vorgegangen.

[0031] Auf einer horizontalen Platte **4** werden einzeln Fasermaterialstreifen **2** von bestimmter Breite und Länge angeordnet, die den Abmessungen der herzustellenden Struktur entsprechen. Die Streifen **2** werden aufeinander geschichtet und beispielsweise durch Vernadelung mit einem Nadelbrett **5**, das über der Platte **4** angeordnet ist, miteinander verbunden. Das Brett **5** verläuft parallel zu einer der Seiten der Platte **4** und über eine Länge, die im wesentlichen der Länge dieser Seite entspricht, wobei Nadeln **6** vertikal nach unten gerichtet sind. Bei den Nadeln **6** handelt es sich beispielsweise um Nadeln des Typs, die unter der Bezeichnung 15 × 18 × 36 × 3,5 C 333 G 1002 von der deutschen Firma GROZ-BECKERT im Handel sind.

[0032] Das Nadelbrett **5** ist fest mit einer (nicht dargestellten) Antriebsvorrichtung verbunden, die in an sich wohlbekannter Weise eine vertikale Auf- und Abbewegung auf die Nadeln überträgt.

[0033] Das Nadelbrett **5** und der Stapel der Bänder **2** sind in horizontaler und in vertikaler Richtung gegeneinander verschiebbar. In horizontaler Richtung ist die Platte **4** beispielsweise bezüglich eines Haltetisches **7** und in senkrechter Richtung unter der Einwirkung von (nicht dargestellten) Antriebseinrichtungen, die auf dem Tisch **7** angebracht sind, bezüglich des Bretts **5** verschiebbar. Die Verschiebung zwischen der Platte **4** und dem Brett **5** in vertikaler Richtung wird beispielsweise durchgeführt, indem der Tisch **7** mit einer Förderschnecke oder einer anderen Vorrichtung zur Kopplung mit einem (nicht dargestellten) Motor, der am Tragrahmen des Nadelbretts befestigt ist, angetrieben wird.

[0034] Die Platte **4** ist vorzugsweise mit einem Überzug **8** versehen, in den die Nadeln **6** bei den ersten Vernadelungsschritten unbeschadet in der vorgesehenen Vernadelungstiefe eindringen können.

[0035] Das angewendete Verfahren besteht darin, eine oder sogar zwei übereinandergelegte Schichten **2** auf die Platte **4** zu legen, die insbesondere durch Vernadelung miteinander verbunden werden, wonach der Tisch **7** um einen Schrittbetrag der Vernadelung abgesenkt wird, damit eine dritte Schicht **2** aufgelegt werden kann, die mit den beiden anderen Schichten vernadelt wird und so fort, bis die gewünschte Anzahl n von Schichten **2** übereinandergelegt und vernadelt ist, um dem Fasersubstrat **1** die angestrebte Dicke E zu verleihen.

[0036] Im Fall der Herstellung eines Substrats durch Aufwickeln eines fortlaufenden Vlieses auf einen Spulenkörper führt jede Umdrehung des Spulenkörpers dazu, daß eine definierte Vliesdicke aufgewickelt wird. Diese Dicke ist als Äquivalent einer Schicht definierter Dicke des vorhergehenden Beispiels anzusehen.

[0037] In einem solchen Fall muß ferner jedesmal, wenn eine definierte Vliesdicke aufgewickelt ist, die Einrichtung zur transversalen Verbindung relativ verschoben werden, um sie in gleichem Maße von dem Spulenkörper zu entfernen. Es handelt sich hierbei um eine relative Verschiebung, die mit dem im vorhergehenden Beispiel genannten Schrittbetrag der Absenkung gleichzusetzen ist.

[0038] Damit das Substrat **1** durch eine homogene Struktur gekennzeichnet ist, wobei Schichten **2** vorliegen, deren Dicke nach der Vernadelung über die gesamte Dicke E konstant ist, schlägt das erfindungsgemäße Verfahren vor, einen Schrittbetrag der relativen Verschiebung zwischen der Verbindungseinrichtung und dem Träger des Substrats auszu-

wählen, der variabel ist und ausgehend von einem Grundschrittbetrag, welcher im wesentlichen der angestrebten Dicke der Schicht **2** nach der Verbindung entspricht, in dem Maße, wie die Schichten **2** definierter Dicke übereinandergelegt werden, vermindert wird.

[0039] Nach einer Ausführungsform der Erfindung und in der Ausführungsform nach den Fig. 1 und Fig. 2 erfolgt die Einführung eines variablen Schrittbetrags der Verschiebung nach einem Gesetz der Verminderung des Schrittbetrags, das gemäß der zu lösenden Aufgabe und den Eigenschaften, die dem Substrat **1** verliehen werden sollen, wie dem Gesamtanteil von Fasern FA, dem Anteil von Fasern in z-Richtung FAz und der Schichtdicke d/s nach Bildung des Substrats **1**, ausgewählt ist.

[0040] In einer Ausführungsform, die darin besteht, aus Fasern von voroxidiertem PAN Fasersubstrate **1** herzustellen, die dazu bestimmt sind, anschließend zugeschnitten zu werden, um Faservorformlinge zu erhalten, die späteren Carbonisierungs- und Verdichtungsvorgängen unterzogen werden sollen, um Abnutzungsteile oder Reibungsteile, wie Bremsscheiben, zu bilden, ist das zu betrachtende Gebiet beispielsweise das Gebiet, das ausgehend von Nadeln **6** des oben genannten Typs eine Vernadelungsdichte SD im Bereich von 20 bis 100 Stichen/cm^2, eine zwischen der Oberseite der Platte **4** und der Spitze der Nadeln **6** gemessene Einstichtiefe der Nadeln in z-Richtung EN im Bereich von 11 bis 14 mm und eine spezifische Masse sM für jede Schicht 2 im Bereich von 800 bis 1400 g/m^2 zustandebringt.

[0041] Fig. 3 zeigt verschiedene Möglichkeiten der Erfindung zur Herstellung einer homogenen Struktur, wobei ein konstanter Gesamtanteil von Fasern, ein konstanter Anteil von Fasern in z-Richtung und eine konstante Dicke pro Schicht entsteht, so daß insgesamt definiert werden kann, daß das erfindungsgemäße Verfahren darin besteht, ein Gesetz der relativen Verschiebung auszuwählen, das in dem gewählten Beispiel ein Gesetz der Absenkung des Vernadelungstisches ist, welches nach der Vernadelung der ersten beiden Schichten **2** definierter Ausgangsdicke einen Schrittbetrag der Absenkung umfaßt, der im Bereich von 1,9 bis 1,6 mm liegen kann, wobei dieser Schrittbetrag der Absenkung für mindestens zwei übereinandergelegte aufeinanderfolgende Schichten beibehalten wird, der Schrittbetrag der Absenkung anschließend für die Vernadelung von mindestens zwei weiteren aufeinanderfolgenden Schichten verkleinert wird und durch Schritte auf ähnliche Weise vorgegangen wird, bis mindestens für die letzten beiden Schichten, welche die Schichtdicke E, die dem Substrat **1** verliehen werden soll, ausmachen, ein Endschrittbetrag der Absenkung im Bereich von 1,6 bis 1,35 mm erreicht ist.

[0042] Fig. 3 zeigt in Kurve I eine spezielle Vorgehensweise für die Herstellung eines Substrats **1** mit:

– einem Gesamtanteil von Fasern FA von 40% ± 2,
– einem Anteil von Fasern in z-Richtung FAz von 3% ± 2,
und
– einer am Ende vorliegenden Schichtdicke d/s von 1,85 mm ± 0, 05.

[0043] Es wird folgendermaßen vorgegangen, wobei als Vernadelungsparameter ausgewählt werden:

SD = 30 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 12, 5 mm ± 0, 5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50, gemessen in einer Atmosphäre mit einer Luftfeuchte über 60%.

[0044] Nach der Verbindung von zwei ersten auf der Platte **4** übereinanderliegenden Schichten in z-Richtung werden drei Schichten übereinandergelegt, die nacheinander vernadelt werden, indem ein Schrittbetrag der Absenkung von 1,9 mm angewandt wird.

[0045] Für die sechste bis einschließlich zehnte Schicht wird ein Schrittbetrag der Absenkung von 1,8 mm angewandt. Für die Schichten elf bis einschließlich fünfzehn wird ein Schrittbetrag der Absenkung von 1,75 mm eingesetzt, wonach für die Schichten sechzehn bis zwanzig ein Schrittbetrag der Absenkung von 1,70 mm und schließlich für die Schichten einundzwanzig bis fünfundzwanzig ein Schrittbetrag der Absenkung von 1,65 mm angewandt wird.

[0046] Sofern die Dicke E durch Übereinanderlegen von achtundzwanzig Schichten gebildet wird, wie dies in der angestrebten Anwendung als häufig angesehen werden kann, wird für die letzten drei Schichten schließlich ein Schrittbetrag der Absenkung von 1,6 mm angewandt.

[0047] Sofern die Dicke E das Übereinanderlegen von zwei oder drei zusätzlichen Schichten über achtundzwanzig Schichten hinaus erforderlich machen sollte, würde für diese zusätzlichen Schichten der gleiche Schrittbetrag der Absenkung angewandt wie für die letzten drei Schichten.

[0048] Am Ende werden, wie es bekannt ist, mit oder ohne Veränderung des Schrittbetrags der Absenkung ein oder mehrere abschließende Vernadelungsdurchgänge ausgeführt, um die letzte Schicht oder die letzten Schichten geeignet zu vernadeln.

[0049] Fig. 3 zeigt in Kurve II eine spezielle Vorgehensweise zur Herstellung eines Substrats **1** mit:

– einem Gesamtanteil von Fasern FA von 41% ± 3,
– einem Anteil von Fasern in z-Richtung FAz, der im wesentlichen 3% ± 2 beträgt,

und
– einer am Ende vorliegenden Schichtdicke d/s, die im wesentlichen gleich 1,8 mm ± 0,05 ist.

[0050] Es wird folgendermaßen vorgegangen, wobei als Vernadelungsparameter ausgewählt werden:

SD = 30 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 12 mm ± 0, 5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50, gemessen unter den oben genannten Bedingungen.

[0051] Nach der Verbindung der beiden ersten auf der Platte **4** übereinandergelegten Schichten in z-Richtung, werden zwei Schichten **2** übereinandergelegt, die nacheinander vernadelt werden, indem ein Schrittbetrag der Absenkung von 1,8 mm angewandt wird, dann zehn Schichten, die mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,7 mm vernadelt werden, anschließend sieben Schichten mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,6 mm, schließlich vier Schichten mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,55 mm und am Ende drei Schichten mit einem Schrittbetrag von 1,50 mm, wenn die Dicke E durch achtundzwanzig Schichten gebildet werden soll.

[0052] Die Kurve III von Fig. 3 zeigt eine Vorgehensweise mit den folgenden Vernadelungsparametern:

SD = 45 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 13, 5 mm ± 0, 5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50, unter den gleichen Bedingungen,
zur Herstellung eines Substrats **1** mit den folgenden Eigenschaften:
FA = 48% ± 4,
FAz = 5% ± 2
und
d/s = 1,7 mm ± 0,05.

[0053] Auf den ersten beiden aufgebrachten Schichten werden:
– zwölf Schichten **2** angeordnet und nacheinander jeweils mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,65 mm verbunden,
– sechs Schichten mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,55 mm angeordnet
und
– schließlich acht letzte Schichten angeordnet und nacheinander mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,5 mm verbunden, wenn die Dicke E durch achtundzwanzig Schichten gebildet wird.

[0054] Die Kurve IV von Fig. 3 zeigt eine Vorgehensweise des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Substrats **1**, das die folgenden Eigenschaften aufweist:

FA = 50% ± 4,
FAz = 8% ± 2
und
d/s = 1,55 mm ± 0,05,
ausgehend von Herstellungsbedingungen, wie:
SD = 85 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 13, 5 mm ± 0, 5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50.

[0055] Gemäß der Erfindung werden ausgehend von den beiden ersten aufeinanderfolgenden Ausgangsschichten:
– zwölf Schichten **2** mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,6 mm übereinandergelegt,
– dann sechs zusätzliche Schichten mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,55 mm,
– vier Schichten mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,5 mm
und
– dann schließlich die letzten vier Schichten mit einem Schrittbetrag der Absenkung von 1,45 mm, wenn die Dicke E durch achtundzwanzig Schichten gebildet wird.

[0056] Die Kurve V zeigt eine fünfte Variante, die darin besteht, unter den Herstellungsbedingungen, wie:

SD = 90 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 14 mm ± 0,5
und
sM = 1050 g/m^2 ± 50,
folgendermaßen vorzugehen, um die folgenden Eigenschaften zu erhalten:
FA = 52% ± 4,
FAz = 10% ± 2
und
d/s = 1,5 mm ± 0,05.

[0057] Nach den ersten beiden Schichten **2** werden angewandt:
– fünf Schrittbeträge der Absenkung von 1,6 mm,
– dann fünf Schrittbeträge von 1,5 mm,
– dann noch fünf Schrittbeträge von 1,45 mm,
nochmals fünf aufeinanderfolgende Schrittbeträge von 1,4 mm
und
– schließlich sechs aufeinanderfolgende Schrittbeträge von 1,35 mm, wenn die Dicke E durch achtundzwanzig Schichten gebildet wird.

[0058] In den oben angegebenen Beispielen ist eine Toleranz des angewandten Schrittbetrags der Absenkung von 0,05 mm zuzulassen.

[0059] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, die von den Ansprüchen für DE, GB nicht umfasst wird, ist es vorgesehen, das oben genannte Verfahren für zwei aufeinanderfolgende Lagen defi-

nierter Dicke eines gleichen Substrats **1** anzuwenden, indem verschiedene Vorgehensweisen angewandt werden, um dem erhaltenen Substrat **1** in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Zonen seiner Dicke unterschiedliche Eigenschaften zu verleihen.

[0060] Wie oben für die Herstellung eines Substrats der Dicke E angegeben, kann vorgegangen werden, indem für die Bildung einer Lage mit der Dicke E_2 gemäß Fig. 4 die Vorgehensweise gemäß der Kurve II gewählt wird, wonach für eine nachfolgende Lage der Dicke E_3 die Vorgehensweise gemäß der Kurve III oder IV und dann schließlich für eine nachfolgende Lage der Dicke E'_2 eine Vorgehensweise gemäß der Kurve II' angewandt wird, wobei die Parameter von Kurve II ausgewählt werden und nach dem Auflegen von zwei ersten Schichten angewandt werden:

– zwei Schrittbeträge der Verschiebung von 1,8 mm ± 0,05,
– zehn Schrittbeträge der Verschiebung von 1,7 mm ± 0,05,
– sieben Schrittbeträge der Verschiebung von 1,65 mm ± 0,05,
– vier Schrittbeträge der Verschiebung von 1,60 mm ± 0,05,
und
– drei Schrittbeträge der Verschiebung von 1,55 mm ± 0,05.

[0061] Das so erhaltene Substrat **1** ist durch eine Gesamtdicke gekennzeichnet, die bezüglich ihrer physikalischen Eigenschaften in drei Bereiche unterteilt werden kann, von denen zwei einander ähnlich sind und beiderseits eines zentralen Bereichs angeordnet sind.

[0062] Die Bereiche der Dicke E_2 und E'_2 besitzen Faseranteile FA und Anteile von Fasern in z-Richtung FAz, die unter den Anteilen des zentralen Bereichs liegen, so daß das Substrat **1** eine geeignete Struktur aufweist, um beispielsweise nach Carbonisierung und Verdichtung einen zentralen Bereich hoher Dichte zu erhalten, der eine Kernlage **20** bildet, die im mechanischen Sinne dauerhaft widerstandsfähig ist und an die zwei seitliche weniger dichte Lagen definierter Dicke angrenzen, die in gewisser Weise Abnutzungsbacken **21** bilden, welche bei der Verwendung in einem Bremssystem bessere Reibungseigenschaften bieten.

[0063] Die langen unterbrochenen Linien, die in Fig. 4 dargestellt sind, sollen die verschiedenen Bereiche kennzeichnen, bedeuten aber nicht, daß diese Bereiche untereinander eine derart strenge physikalische Abgrenzung aufweisen.

MÖGLICKEIT DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG:

[0064] Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren ist insbesondere an die Herstellung von Fasersubstraten angepaßt, die befähigt sind, direkt oder indirekt Vorformlinge zu bilden, die geeignet sind, später einem oder mehreren Carbonisierungs- und Verdichtungsvorgängen unterzogen zu werden, um nach der Verarbeitung Reibungsteile zu erhalten, die vorzugsweise in den Bremssystemen vom Scheibentyp oder vom Scheiben- und Belagtyp verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Fasersubstraten durch Übereinanderlegen von Faserschichten von im wesentlichen konstanter Dicke, wobei
– eine Schicht definierter Dicke über einer auf einem Träger vorgesehenen ersten Schicht definierter Dicke angeordnet wird,
– die übereinanderliegenden Schichten definierter Dicke unter gegebenen Bedingungen mit Nadeln, die im wesentlichen senkrecht zur Ebene der übereinanderliegenden Schichten eingreifen, verbunden werden,
– der Träger bezüglich der Nadeln um einen Schrittbetrag relativ verschoben wird,
– eine dritte Schicht definierter Dicke auf den vorhergehenden Schichten angeordnet wird,
– die dritte Schicht mit den vorhergehenden Schichten unter den gleichen Bedingungen verbunden wird
und
– mit den folgenden Schichten ebenso verfahren wird, wobei gemäß einem Gesetz der Verminderung des Schrittbetrags, um den verschiedenen übereinanderliegenden und miteinander verbundenen Schichten definierter Dicke, welche das Substrat ausmachen, eine konstante Dicke zu verleihen, wobei hierdurch bei konstanter Nadelwirksamkeit gearbeitet wird, ein variabler Schrittbetrag der relativen Verschiebung zwischen Träger und Nadeln eingeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von den folgenden Vernadelungsparametern:
SD – im Bereich von 30 bis 90 Stichen/cm^2 ± 5,
EN – im Bereich von 12,5 mm bis 14 mm ± 0,5
und
sM – nahe 1050 g/m^2 ± 50
das Verschiebungsgesetz darin besteht:
– einen Schrittbetrag der Verschiebung im Bereich von 1,9 mm bis 1,6 mm auszuwählen,
– den gleichen Schrittbetrag für mindestens zwei aufeinanderfolgende Schichten konstanter Dicke beizubehalten,
– den Schrittbetrag für die Verbindung von mindestens zwei weiteren aufeinanderfolgenden Schichten zu verkleinern
und
– durch aufeinanderfolgende Schritte auf ähnliche Weise vorzugehen, bis mindestens für die letzten bei-

den Schichten, welche die gegebene Dicke des Substrats ausmachen, ein Schrittbetrag im Bereich von 1,6 mm bis 1,35 mm erreicht ist,
um zu erhalten:
FA – im Bereich von 40% bis 52% ± 2 bis 4,
FAz – im Bereich von 3% bis 10% ± 2
und
d/s – im Bereich von 1,85 mm bis 1,5 mm ± 0,05.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass es darin besteht, ausgehend von zwei ersten übereinanderliegenden Schichten gegebener Dicke und für die folgenden 26 Schrittbeträge der Verschiebung ein Verschiebungsgesetz mit variablem Schrittbetrag, entsprechend einer Gesamtdicke auf der Basis von 28 Schichten definierter Dicke, einzusetzen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von den folgenden Parametern:
SD = 30 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 12, 5 mm ± 0,5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50,
FA = 40% ± 2,
FAz = 3% ± 2
und
d/s = 1,85 mm ± 0,05
nach dem Anbringen von zwei ersten Schichten definierter Dicke die folgenden Schrittbeträge der Verschiebung angewandt werden:
– drei Schrittbeträge der Verschiebung von 1,90 mm ± 0,05,
– fünf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,80 mm ± 0,05,
– fünf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,75 mm ± 0,05,
– fünf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,70 mm ± 0,05,
– fünf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,65 mm ± 0,05
und
– drei Schrittbeträge der Verschiebung von 1,60 mm ± 0,05.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von den folgenden Parametern:
SD = 30 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 12 mm ± 0,5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50,
FA = 41% ± 3,
FAz = 3% ± 2
und
d/s = 1,8 mm ± 0,05
nach dem Anbringen von zwei ersten Schichten definierter Dicke die folgenden Schrittbeträge der Verschiebung angewandt werden:
– zwei Schrittbeträge der Verschiebung von 1,80 mm ± 0,05,
– zehn Schrittbeträge der Verschiebung von 1,70 mm ± 0,05,
– sieben Schrittbeträge der Verschiebung von 1,60 mm ± 0,05,
– vier Schrittbeträge der Verschiebung von 1,55 mm ± 0,05
und
– drei Schrittbeträge der Verschiebung von 1,50 mm ± 0,05.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von den folgenden Parametern:
SD = 30 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 12 mm ± 0, 5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50,
FA = 41% ± 3,
FAz = 3% ± 2
und
d/s = 1,8 mm ± 0,05
nach dem Anbringen von zwei ersten Schichten definierter Dicke die folgenden Schrittbeträge der Verschiebung angewandt werden:
– zwei Schrittbeträge der Verschiebung von 1,8 mm ± 0,05,
– zehn Schrittbeträge der Verschiebung von 1,7 mm ± 0,05,
– sieben Schrittbeträge der Verschiebung von 1,65 mm ± 0,05,
– vier Schrittbeträge der Verschiebung von 1,60 mm ± 0,05
und
– drei Schrittbeträge der Verschiebung von 1,55 mm ± 0,05.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von den folgenden Parametern:
SD = 45 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 13, 5 mm ± 0,5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50,
FA = 48% ± 4,
FAz = 5% ± 2
und
d/s = 1,7 mm ± 0,05
nach dem Anbringen von zwei ersten Schichten definierter Dicke die folgenden Schrittbeträge der Verschiebung angewandt werden:
– zwölf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,65 mm ± 0,05,
– sechs Schrittbeträge der Verschiebung von 1,55 mm ± 0,05
und
– acht Schrittbeträge der Verschiebung von 1,50 mm ± 0,05.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von den folgenden Parametern:
SD = 85 Stiche/cm^2 ± 5,

EN = 13, 5 mm ± 0,5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50,
FA = 50% ± 4,
FAz = 8% ± 2
und
d/s = 1,55 mm ± 0,05
nach dem Anbringen von zwei ersten Schichten definierter Dicke die folgenden Schrittbeträge der Verschiebung angewandt werden:
– zwölf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,60 mm ± 0,05,
– sechs Schrittbeträge der Verschiebung von 1,55 mm ± 0,05,
– vier Schrittbeträge der Verschiebung von 1,50 mm ± 0,05
und
– vier Schrittbeträge der Verschiebung von 1,45 mm ± 0,05.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von den folgenden Parametern:
SD = 90 Stiche/cm^2 ± 5,
EN = 14 mm ± 0,5,
sM = 1050 g/m^2 ± 50,
FA = 52% ± 4,
FAz = 10% ± 2
und
d/s = 1,5 mm ± 0,05
nach dem Anbringen von zwei ersten Schichten definierter Dicke die folgenden Schrittbeträge der Verschiebung angewandt werden:
– fünf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,60 mm ± 0,05,
– fünf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,50 mm ± 0,05,
– fünf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,45 mm ± 0,05,
– fünf Schrittbeträge der Verschiebung von 1,40 mm ± 0,05
und
– sechs Schrittbeträge der Verschiebung von 1,35 mm ± 0,05.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

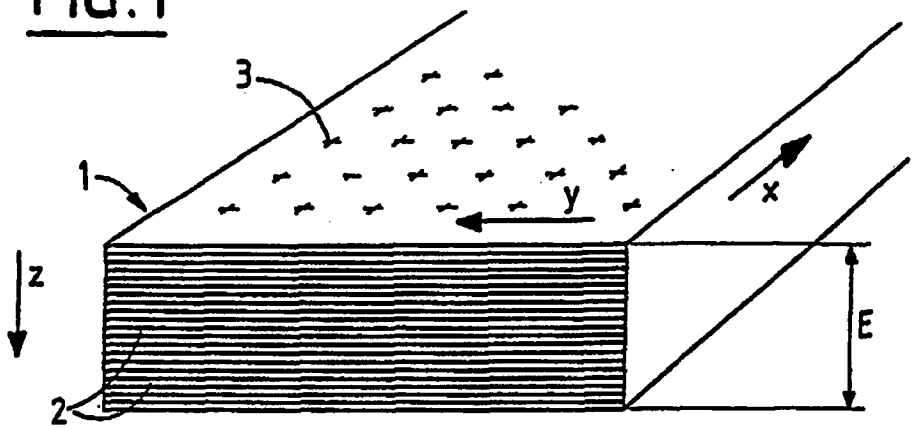
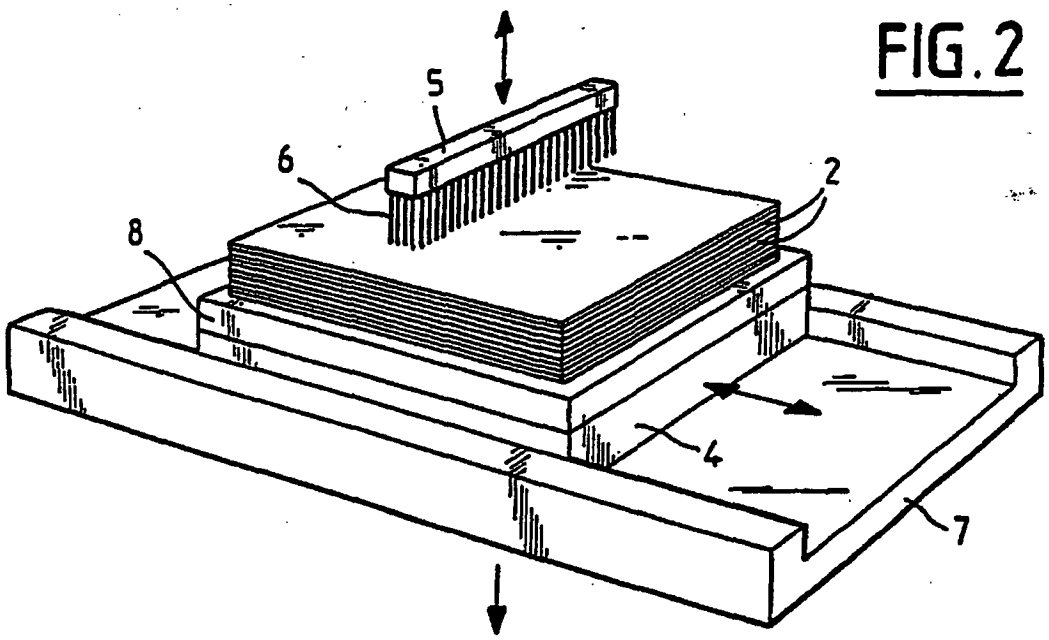


FIG.2



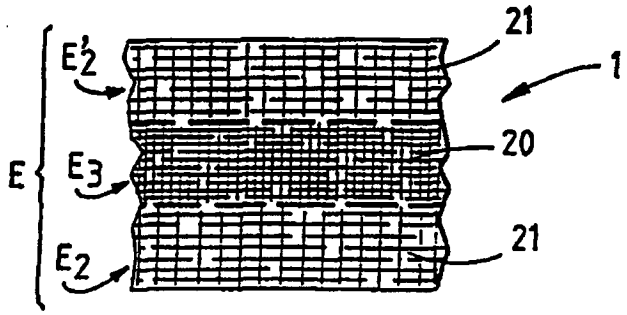
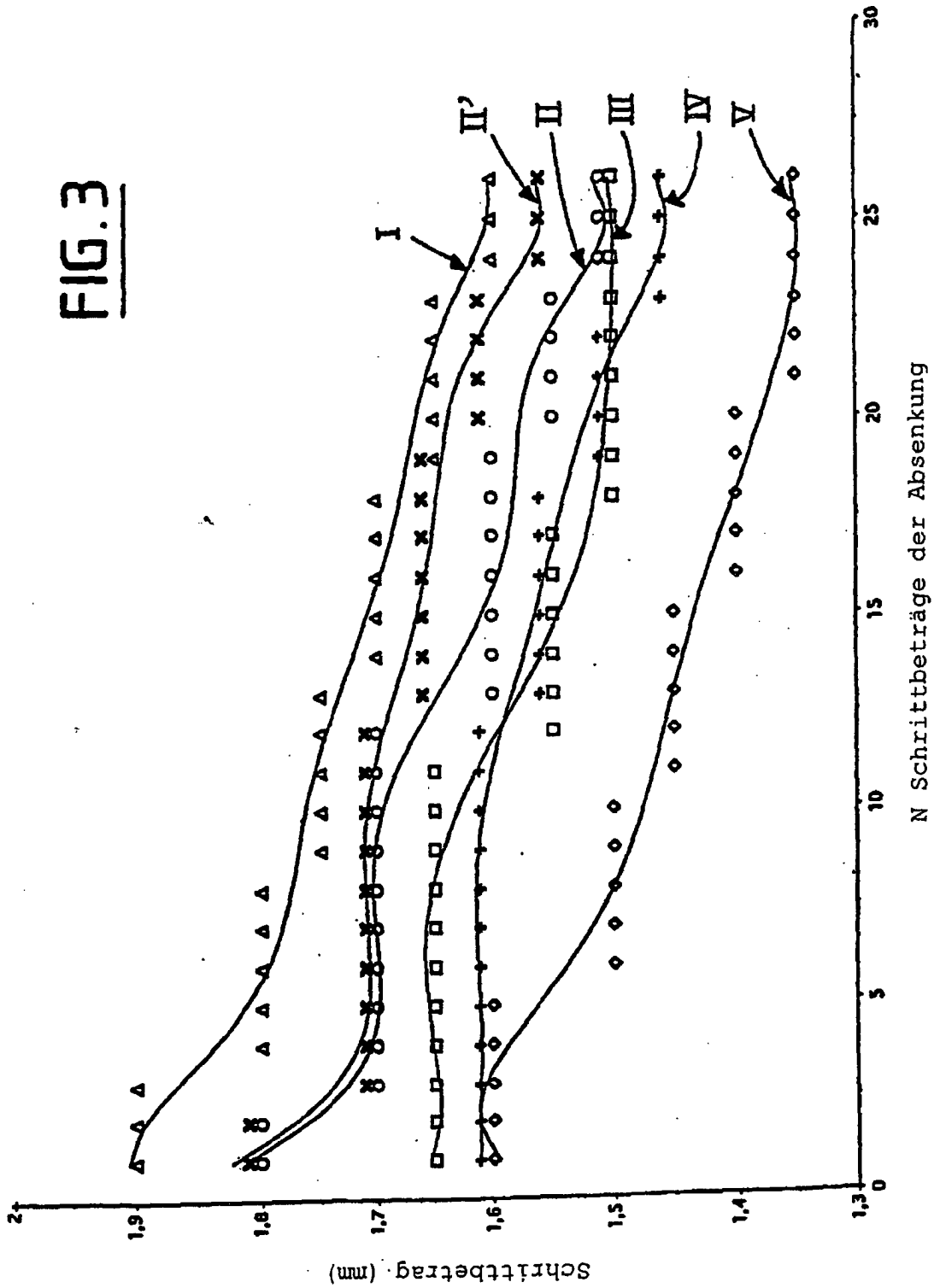


FIG.4

FIG.3


I
II'
II
III
IV
V
Schrittbetrag (mm)
2
1,9
1,8
1,7
1,6
1,5
1,4
1,3
0
5
10
15
20
25
30
N Schrittbeträge der Absenkung