

PATENTSCHRIFT 142 313

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 142 313 (44) 18.06.80 Int. Cl.³ 3(51) B 29 D 3/02
B 29 J 1/02
B 32 B 27/04

(21) WP B 29 D / 211 505 (22) 10.03.79

(61) 134 213

(71) siehe (72)

(72) Junge, Karl H., Dipl.-Ing., DD

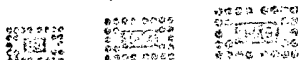
(73) siehe (72)

(74) Dipl.-Ing. Karl H. Junge, 1020 Berlin, Heinrich-Heine-Straße 4

(54) Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von faserverstärkten Gegenständen

(57) Die Erfindung betrifft die Herstellung von faserverstärkten Gegenständen, insbesondere für die Herstellung von Filtern. Das Ziel ist die Beseitigung von Temperaturproblemen und eine energiearme Herstellung. Die Aufgabe ist, eine vollständige Benetzung und blasen- und meshlingfreie Herstellung bei gesteuerter Beeinflussung der Phasengrenzschicht zu erreichen. Das Wesen der Erfindung besteht in der energiearmen vollständigen Verbunderzeugung zwischen organischer Matrix und anorganischer Verstärkung durch die Erzeugung von Relativbewegungen zwischen beiden Werkstoffen bei Resonanzabstimmung der Schwingungs- mit den Einrichtungsparametern und Mengenregelung der Matrix bei gleichzeitigem Transport der Verstärkungsmaterialien durch den Schwingungsbauch der vorzugsweise im Gegentakt erzeugten Ultraschallschwingungen, wodurch ein mechanisch kontaktloser Transport auch von oberflächenempfindlichen Kohlenstoffasern in der durch die Schwingeranordnung erzeugten Ultraschallwolkstrecke ermöglicht wird. Anwendungsgebiete sind Gegenstände aller Art, insbesondere für hochfeste Konstruktionen für Filter, Zwecke der Elektrotechnik, wie Leiterplatten, des Maschinenbaus, des Bauwesens usw. - Fig.1 -

22 Seiten



211 505 -1-

Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von faserverstärkten Gegenständen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Herstellung von faserverstärkten Gegenständen, insbesondere zum blasenfreien Tränken und Benetzen von Faserverstärkungsmaterialien, vorzugsweise von oberflächenempfindlichen Kohlenstoffasern, insbesondere während des Transports durch eine in oder auf einem Behältnis befindliche flüssige Polymermatrix, bei dem die Verstärkungsmaterialien durch die mittels mechanischer Schwingungen vorzugsweise im Ultraschallbereich erregte Matrix getränkt und benetzt werden, vorzugsweise zur Herstellung von Teilen für Filter, nach Patent (WP B 29 D/177 045).

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Im Patent (WP B 29 D/177 045) sind ein Verfahren und eine Einrichtung zur Herstellung von Gegenständen aus faserverstärkten Werkstoffen, insbesondere aus Schichten aus faserverstärkten Kunststoffen u. a. Werkstoffen auch unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung und Dichte beschrieben.

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die mechanischen Schwingungen oder Druck- oder Stoßimpulse vorzugsweise mosaikartig an unterschiedlichen Einleitungsorten gleichzeitig oder auch wechsel- oder zonenweise in einer

elastisch deformierbaren, z. B. aus flexiblen Werkstoffen oder dünnem Blech bestehenden Wandung einer Unterlage, eines Kernes und/oder einer Herstellungsform und/oder einer in der Nähe der Oberfläche der Unterlage, des Kernes und/oder der Herstellungsform angeordneten entsprechenden dünnen Schicht und/oder in einem einseitig an die Wandung und/oder die dünne Schicht grenzenden und mindestens einem schüttfähigen, pastenförmigen, flüssigen oder gasförmigen Medium gefüllten Raum oder Hohlraum erzeugt und/oder auf die entsprechende Wandung, die dünne Schicht oder das Medium transmittiert und/oder mittels der Wandung, der dünnen Schicht und/oder des Mediums auf die Werkstoffe übertragen werden.

Die Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß diese aus mindestens einer, vorzugsweise einer Anzahl einzeln oder gemeinsam steuerbaren Induktionsspulen besteht, die in die genannte Wandung oder die dünne Schicht eingebracht oder um die gegebenenfalls doppelwandig ausgebildete Form oder in der Nähe dieser und/oder im Kern oder in dessen Nähe angebracht sind und die mit Spannungsquellen, gegebenenfalls zwischengeschalteten Transformatoren und Steuer- oder Regelungsvorrichtungen, beispielsweise einem Programmschaltwerk, das auch die Zuführungs- und/oder Dosier- und/oder Behandlungs- und/oder Antriebs- und/oder Transportvorrichtungen steuert, verbunden sind und daß das Material der Herstellungsform bzw. ihrer Wandung, des Kernes und/oder der dünnen Schicht oder mindestens eine Schicht dieser Form oder des Kernes magnetisches oder magnetisch beeinflussbares Material ist.

Desweiteren sind im DD-Patent 124 308 ein Verfahren und eine Einrichtung zum Imprägnieren von Papier- und/oder Glasfaserbahnen und ähnlichen Flächengebilden durch Tauchen bekannt. Bei dem Verfahren werden die vorgenannten Flächengebilde während des Transports durch die mittels mechanischer Schwingungen vorzugsweise im Ultraschallbereich erregte flüssige Polymermatrix getränkt und benetzt.

Bei der Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens stehen ein oder mehrere Schallgeber in direktem Kontakt mit der

Imprägnierlösung (Matrix) und/oder ein oder mehrere Schallgeber sind im Stahlkörper der Lackwanne befestigt, wodurch die Übertragung der Schallenergie auf die Imprägnierlösung indirekt erfolgt.

Der Nachteil des vorgenannten Verfahrens und der Einrichtung besteht insbesondere darin, daß die erforderliche Schwingungsenergie sehr hoch sein muß, um überhaupt einen Effekt zu erzielen und noch die genannte Aufgabe der blasenfreien Tränkung und Benetzung zu lösen.

Einerseits müssen die am Stahlkörper der Lackwanne befestigten Schwinger so groß sein und eine solche Energie auf den Stahlkörper der mit Matrix hochgefüllten Lackwanne übertragen, daß die gesamte schwere Lackwanne und die darin befindliche und auf die Schallschwingungen dämpfend wirkende Matrix überhaupt in die genannten Schwingungen versetzt wird. Andererseits ist die Schallabsorption an und in der Stahlkörperwandung der Lackwanne sehr hoch und erhöht sich noch durch die flüssige Matrix und die Entfernung zum zu tränken- den und benetzenden Flächengebilde, so daß angezweifelt wird, ob die beschriebenen Verfahren und die gezeigte Einrichtung die dort genannte Aufgabe überhaupt erfüllt.

Hinzu kommt, daß derartig große Schwinger eine hohe Wärmeenergie auf die Matrix abgeben, so daß diese dadurch von unten nach oben polymerisiert bzw. polykondensiert bzw. verfestigt und der gewünschte Effekt überhaupt nicht eintritt.

Ein weiterer Nachteil der Schwinger, die in direktem Kontakt mit der Matrix stehen, bzw. in diese tauchen, besteht auch neben der hohen Wärmeenergieabgabe an die Matrix darin, daß die gezeigte Entfernung von der Abstrahlfläche der Schwinger bis zum Flächengebilde zu hoch ist, um überhaupt einen Effekt im Flächengebilde zu erzielen.

Auch die gewünschte Erhöhung der Beweglichkeit der Harzmoleküle tritt nicht oder nur bis zu einer bestimmten Temperatur der Matrix ein, weil diese danach in den Gelzustand übergeht und sich verfestigt.

Außerdem erfordert die Erhöhung der Beweglichkeit der Harz-

moleküle eine Depolymerisation und dazu eine bestimmte Schwingungsenergie nur an der Tränkungs- und Benetzungsstelle, also in unmittelbarer Nähe der Flächengebilde.

Diese Schwingungsenergie wird mit der genannten Einrichtung an der erforderlichen Stelle nicht erreicht oder bei riesengroßen Schwingern nur kurzzeitig, weil dann die Matrix zu heiß wird und geliert und verfestigt und kein Effekt mehr eintritt.

Da weiterhin zur vollständigen und blasenfreien Tränkung und Benetzung der Flächengebilde insbesondere intensive Relativbewegungen zwischen Matrix und Flächengebilde erforderlich sind, wird keine vollständige Füllung der Kapillarräume der Flächengebilde mit hochwertigen, hochmolekularen Harzen erreicht und die Aufgabe dieses Standes der Technik nicht gelöst.

Hinzu kommt, daß sich die Tränkungs- und Benetzungs-, Schwingungs- und Schallabsorptionsverhältnisse ständig durch die nicht in der Menge konstant gehaltene Matrix ändern und zu ständigen Qualitätsschwankungen führen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Beseitigung der Nachteile des vorgenannten Verfahrens und der Einrichtung und besteht darin, den Energieaufwand drastisch zu senken und damit Temperaturprobleme und die damit zusammenhängenden nachteiligen Erscheinungen zu vermeiden, die gewünschten und weiteren Effekte, wie insbesondere eine blasenfreie Tränkung und Benetzung bei Vermeidung von Meshlingeffekten mit wesentlich niedrigerem Aufwand, jedoch hoher Benetzungsgeschwindigkeit und Qualität mit wesentlich kleineren Schwingern zu erzielen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Herstellung von faserverstärkten Gegenständen, insbesondere zum blasenfreien Tränken und Benetzen von Faserverstärkungsmaterialien, vorzugsweise von

oberflächenempfindlichen Kohlenstoffasern, insbesondere während des Transports durch eine in oder auf einem Behältnis befindliche flüssige Polymermatrix zu schaffen, womit neben der Vermeidung von Meshlingeeffekten eine blasen- und lunkerfreie Tränkung und Benetzung der Verstärkungsfasern durch besondere Kapillareffekte bei gleichzeitiger Herabsetzung der Viskosität durch Depolymerisationseffekte und vor allem eine bewußte Einflußnahme und Steuerung der Bildung von Phasengrenzschicht⁹ zur Erhöhung des Grenzschichtverbundes und damit zur Festigkeitserhöhung zwischen organischer Matrix und anorganischen Verstärkungsmaterialien bei gleichzeitiger Herabsetzung der Grenzflächenreibung durchgeführt wird und bei dem nur ein Teil der Matrix oder nur jeweils eine solche Matrixmenge in die erforderlichen Schwingungen versetzt zu werden braucht, die gering größer ist, als die für die Tränkung und Benetzung und die Schwingungsübertragung erforderliche Menge.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, den biegesteifen Stahlkörper des Behältnisses (der Lackwanne), insbesondere ein Teil davon durch einfachere technische Mittel zu ersetzen und auch auf diese Weise Energie, insbesondere Schwingungsenergie einzusparen und dabei gleichzeitig eine raschere und intensivere Schwingungsübertragung durchzuführen.

Außerdem soll durch die besondere Anordnung der Schwinger jeweils ein ganz bestimmter und optimaler Schwingungsverlauf erzeugt werden, der insbesondere den Parametern der Matrix und denen der Verstärkungsmaterialien und ihrer Transportparameter durch die Matrix entspricht.

Auch soll ohne mechanischen Kontakt zwischen Verstärkungsmaterialien und Schwing- und Transportelementen und dergleichen die intensive Tränkung und Benetzung und dergl. durchgeführt werden, wobei durch die Anordnung der Schwinger und/oder durch die besonderen Schwingungsarten eine Schall- oder Ultraschallwalkstrecke erzeugt wird.

Die vorgenannte Aufgabe wird bei dem Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Erzeugung einer intensiven Relativbewegung zwischen Matrix und Verstärkungsmaterial

vorzugsweise senkrecht zueinander bzw. senkrecht zur und/oder in oder entgegengesetzt der Transportrichtung des Verstärkungsmaterials und insbesondere zur Auslösung von Depolymerisations- und/oder Polymerisationsvorgängen in der Matrix in der Nähe des Verstärkungsmaterials, vorzugsweise in unmittelbarer Nähe dieses ein- oder beidseitig mindestens ein, vorzugsweise eine Anzahl im Gleich- oder vorzugsweise im Gegenteil schwingende Schwinger oder Geber, insbesondere für Ultraschallschwingungen, teilweise oder vollständig in der Matrix und/oder in und/oder an der inneren und/oder äußeren elastisch deformierbaren Wandung des Behältnisses angeordnet oder eingebracht werden; gegebenenfalls oder vorzugsweise davor, dabei und/oder danach die Parameter der Schwinger und/oder die der Wandung, insbesondere ihre Schwingungsparameter und die Parameter, insbesondere Dämpfungs- und Temperaturparameter der Matrix und/oder der Verstärkungsmaterialien und/oder die des Behältnisses zwecks Resonanz, insbesondere Resonanzabstimmung eines Teils, vorzugsweise der gesamten Tränkungs- und Benetzungsvorrichtung aufeinander eingestellt werden, daß insbesondere dabei und/oder danach, vorzugsweise durch die genannte Relativbewegung und die dabei in der Matrix und im Verstärkungsmaterial, insbesondere im Ultraschallbereich auftretenden Depolymerisations-, Ultraschallkapillar- und Ultraschallpolymerisationseffekte die blasen- und meshlingfreie Tränkung und Benetzung und dergleichen der faden-, strang-, band- oder flächenförmigen Verstärkungsmaterialien, gegebenenfalls auch von Füllstoffen, durchgeführt wird.

Vorgenannte Aufgabe wird bei der Einrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die teilweise oder vollständig in der eine stets konstante Menge oder Höhe aufweisende Matrix angeordneten und vorzugsweise gekühlten Schwinger (von oben gesehen) neben- und/oder hintereinander, vorzugsweise leicht überlappend versetzt und/oder daß jeweils mindestens ein Schwingerpaar mit seinen Abstrahlflächen entweder mit Abstand zueinander gerichtet (gegenüberliegend) oder seitlich zueinander versetzt (von der Seite gesehen) aufgebaut und jeweils einzeln, in Paaren oder Gruppen an Erreger, insbesondere Generatoren, vorzugsweise Ultraschallgeneratoren,

insbesondere für elektrische, elektrohydraulische oder mechanisch-hydraulische Impulserzeugung angeschlossen sind, gegebenenfalls die Schwinger seitlich und/oder hintereinander in einem Abstand voneinander angeordnet sind, der einem Teil, vorzugsweise einem Vielfachen der halben oder ganzen Wellenlänge entspricht und die Verstärkungsmaterialien zwischen den jeweiligen Abstrahlflächen bzw. in den Abständen oder Lücken angeordnet sind bzw. hindurchtransportiert werden, gegebenenfalls die Schwinger und/oder die Erreger mit Anordnungen zur Impuls- und/oder Phasenmodulation der mechanischen Schwingungen verbunden sind.

Die Funktion der Einrichtung ist folgende:

Nachdem die Schwinger entsprechend aufgebaut und an Generatoren angeschlossen sind, werden die insbesondere bandförmigen Verstärkungsmaterialien durch die Abstände oder Lücken der Abstrahlflächen der Schwinger hindurchgefädelt, danach wird das Behältnis (die Tränkwanne) mit flüssiger Matrix gefüllt und der Matrixstand auf konstante Höhe regelnd eingestellt, danach werden die entsprechenden Herstellungs- und Schwingungsparameter auf die vorher ermittelten Werte, die optimiert wurden, eingestellt und die Schwinger in Tätigkeit gesetzt. Unmittelbar danach wird die Transportvorrichtung eingeschaltet, die die bandförmigen Verstärkungsmaterialien durch die Matrix mit konstanter Geschwindigkeit, insbesondere berührungsfrei hindurchtransportieren, wodurch durch die optimalen Parameter, insbesondere die Schwingungsparameter, eine intensive Relativbewegung zwischen der Matrix und den Verstärkungsmaterialien bei gleichzeitigem Blasen-transport aus diesen Materialien, vorzugsweise in Richtung ihres natürlichen Auftriebes, und lunkerfreier vollständiger Benetzung durchgeführt wird.

Zuerst wird die Relativbewegung erzeugt und dabei insbesondere im Ultraschallbereich eine Depolymerisation der Matrix, die zu einer Viskositätserniedrigung führt, unmittelbar im Anschluß an diesen Effekt oder auch bereits überlagert, entsteht der sogenannte Kapillareffekt bzw. Ultraschallkapillareffekt, der in Sekundenschnelle die

Verstärkungsmaterialien und die Matrix von Blasen und hohen Stellen befreit, die Matrix unter hohem Druck in die Kapillaren des Verstärkungsmaterials preßt und diese vollständig ausfüllt, die Grenzflächenreibung herabsetzt und ganz schnell eine Phasengrenzschicht zwischen organischer Matrix und anorganischem Verstärkungsmaterial im Falle der Abstimmung der genannten Parameter aufeinander erzeugt, die zu einer kombinierten physikalisch-chemischen Bindung (Adhäsion und Kohäsion) führt.

Auf diese Weise dauert die gesamte Tränkung und Benetzung in Abhängigkeit von der Dicke des Verstärkungsmaterials nur Sekunden bis wenige Minuten. Danach wird die überschüssige Matrix entfernt und der erzeugte Matrix/Faser-verbund zu Gegenständen verfestigt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Die zugehörige Zeichnung zeigt:

- Fig. 1: eine Seitenansicht eines Teiles der Einrichtung mit Tränkungs- und Benetzungsvorrichtung und mäanderförmigem Transport der Verstärkungsmaterialien;
- Fig. 2: eine Seitenansicht der Einrichtung mit elastisch deformierbarer Behältniswandung zur Impulsübertragung durch eine Flüssigkeit und einen mechanischen Impulsgeber;
- Fig. 3: eine Seitenansicht der Einrichtung mit elastisch deformierbarer Behältniswandung und dort angeordneten Wandlern elektrischer Impulse und HF-Generator;
- Fig. 4: eine Seitenansicht eines Teiles der Einrichtung mit Matrixschwallerzeugung durch eine Vorrichtung zur Erzeugung einer konvergenten Schallstrahlung.

Gemäß Figur 1 besteht die Einrichtung aus der Tränkungs-

und Benetzungsvorrichtung I, der in Pfeilrichtung eine aus vorzugsweise mehreren Strecken bestehende und in der Figur nicht dargestellte Verfestigungs- und Formvorrichtung nachgeordnet ist. Die Tränkungs- und Benetzungsvorrichtung I besteht aus dem Behältnis 1, hier als starre Tränkwanne ausgebildet, aus der darin befindlichen flüssigen Matrix 2, dem in Pfeilrichtung transportierten wand- oder flächen- oder auch strangförmigen Verstärkungsmaterial 3, den unteren in der Matrix 2 angeordneten Schwingern 4 und den oberen ebenfalls in der Matrix 2 angeordneten Schwingern 5, die hier seitlich zueinander um ein Vielfaches von $\frac{\lambda}{2}$ versetzt angeordnet sind. Mit 18 ist eine Matrixstandregelungsvorrichtung angedeutet, die die Matrix 2 auf eine konstante Höhe regelt, um optimale Schwingungsverhältnisse zu erzeugen. Das bandförmige Verstärkungsmaterial 3 wird über die Walzen 16 und durch die zwischen den oberen und unteren Schwingern 4; 5 gebildeten Abstände oder Lücken bei konstanter oder geregelter Zugspannung derart geführt, daß die in der Nähe, vorzugsweise in unmittelbarer Nähe des Verstärkungsmaterials 3 angeordneten Schwinger 4; 5 eine mäander- oder sinusförmige Gestalt des Verstärkungsmaterials 3 und auf diese Weise eine intensive Relativbewegung zwischen dem Verstärkungsmaterial 3 und der Matrix 2 erzeugen. Auf diese Weise wird das Verstärkungsmaterial 3 relativ zur Matrix 2 und in Transportrichtung bewegt und dabei in Abhängigkeit der gewählten Frequenz, Amplitude und Wellenlänge und/oder der genannten Modulation vollständig getränkt und benetzt und damit die Phasengrenzschichtbildung gesteuert beeinflusst.

Figur 2 zeigt die Einrichtung gemäß Figur 1, bei der jedoch der Boden des Behältnisses 1 als elastisch deformierbare Fläche oder Wandung 6 und doppelwandig ausgebildet ist und somit mindestens eine Kammer oder Membran 6; 11 bildet. Die Kammer oder Membran 6; 11 ist mit einem gespannten flüssigen Medium 7, beispielsweise Wasser oder einer elektrisch nicht leitenden Flüssigkeit gefüllt und über eine hydraulische Impulsübertragungsleitung 8 und einen Verschluss 9, beispielsweise ein Kugelventil, mit einem Erreger 10, insbesondere für hydraulische Impulserzeugung und

-übertragung mechanisch verbunden. Hierbei steht die gespannte Flüssigkeit 7 direkt mit einem Stößel eines Preßlufthammers hoher Schlagzahl in Kontakt, der die erforderlichen Impulse über die Flüssigkeit und somit über die Kammer 6; 11 auf die Matrix 2 und das Verstärkungsmaterial 3 überträgt und beide Materialien in mechanische Schwingungen versetzt.

Figur 3 zeigt die Einrichtung gemäß Figur 1 mit elastisch deformierbarem Boden des Behältnisses 1, an oder in dem vorzugsweise in dessen unmittelbarer Nähe Wandler elektrischer Impulse 12, z. B. in Form von elektrischen Wicklungen oder Spulen angeordnet sind, die über elektrische Impulsübertragungsleitungen 17 mit einem Generator 13 für die Erzeugung von insbesondere kurzen steilen Impulsen, vorzugsweise im Ultraschallbereich, elektrisch verbunden ist. Der Boden besteht vorzugsweise aus einem dünnen Aluminium- oder Tombakblech, der mit den Wicklungen bei dessen magnetischer Erregung als mindestens ein Magnetfeld von zwei parallelen elektrischen Strömen, vorzugsweise gleicher Richtung, die erforderlichen Impulse erzeugt. Auf diese Weise wird einerseits im stromdurchflossenen Leiter ein magnetisches Impulsfeld erzeugt, das wiederum im Metall des Bodens des Behältnisses 1 ein zweites magnetisches Impulsfeld erzeugt. Da beide gleichgerichtet sind, stoßen sie sich ab, und so entstehen im Boden anziehende und abstoßende magnetische Kräfte, die den Boden frequenzabhängig elastisch deformieren.

Figur 4 zeigt die Einrichtung gemäß Figur 1, bei der jedoch anstelle der Schwinger 4 und 5 mindestens ein Schwinger 15 zur Schwallenerzeugung in der Matrix 2 teilweise oder vollständig angeordnet ist. Dieser Schwinger 15 erzeugt quer zur Transportrichtung des Verstärkungsmaterials 3 einen Matrixschwall 14 und ist dazu mit einer Vorrichtung zur Erzeugung einer konvergenten Schallstrahlung ausgestattet. Dieser Schwinger 15 muß entweder so breit wie das Verstärkungsmaterialband sein, oder es müssen seitlich mehrere solcher Schwinger angeordnet werden.

Hierbei wird das Verstärkungsmaterial 3 über die Umlenk-, Transport- und/oder Abquetschwalzen 16 durch den Matrixschwall 14 transportiert und auf diese Weise getränkt und benetzt.

Die Matrix 2 besteht vorzugsweise aus ungesättigten organischen Verbindungen, insbesondere aus ungesättigten Polyestern oder aus Epoxidharzen und wird nach der Tränkung und Benetzung und der Phasengrenzschichtbildung zu Gegenständen, wie Platten, Formkörpern oder anderen Konstruktionen geformt und danach verfestigt. Die Verfestigung geschieht entweder durch Hinzufügung von Härter und/oder Beschleuniger zur Matrix oder durch Zuführung von Härter und/oder Zuführung von Wärme, durch elektromagnetische Wellen auch unterschiedlicher Wellenlängen und bei Mischung der Matrix mit Sensibilisatoren mit Wellenlängen vorzugsweise im Lichtwellenbereich, die auf die Matrix und den Sensibilisator abgestimmt sind.

Die Matrix kann auch Füllstoffe zusätzlich zum Verstärkungsmaterial enthalten, die jeweils dem Verwendungszweck angepaßt sein müssen.

Enthält die Matrix Thixotropiermittel, wird die Matrix bei Ultraschallschwingungen oder bei frequenz- und/oder amplitudenmodulierten oder bei mehrfach in der Frequenz und/oder Amplitude und/oder Wellenlänge während der Tränkung und Benetzung geänderten Parametern der mechanischen Schwingungen wesentlich schneller in ihrer Viskosität herabgesetzt (Depolymerisations-, insbesondere Ultraschalldepolymerisationseffekt), als das ohne Thixotropiermittel der Fall ist. Auf diese Weise wird neben der Viskositätsänderung gesteuert auf die Bildung und den Aufbau der Phasengrenzschichten und auf Brückenbindungen zwischen den Molekülen der Matrix Einfluß genommen.

E r f i n d u n g s a n s p r u c h

1. Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Gegenständen, insbesondere zum blasenfreien Tränken und Benetzen von Faserverstärkungsmaterialien, vorzugsweise von oberflächenempfindlichen Kohlenstoffasern, insbesondere während des Transports durch eine in oder auf einem Behältnis befindliche flüssige Polymermatrix, bei dem die Verstärkungsmaterialien durch die mittels mechanischer Schwingungen vorzugsweise im Ultraschallbereich erregte Matrix getränkt und benetzt werden, vorzugsweise zur Herstellung von Teilen für Filter, nach Patent (WP B 29 D/177 045), gekennzeichnet dadurch, daß zur Erzeugung einer intensiven Relativbewegung zwischen Matrix und Verstärkungsmaterial vorzugsweise senkrecht zueinander bzw. senkrecht zur und/oder in oder entgegengesetzt der Transportrichtung des Verstärkungsmaterials und insbesondere zur Auslösung von Depolymerisations- und/oder Polymerisationsvorgängen der Matrix in der Nähe des Verstärkungsmaterials, vorzugsweise in unmittelbarer Nähe dieses ein- oder beidseitig mindestens ein, vorzugsweise eine Anzahl im Gleich- oder vorzugsweise im Gegenteil schwingende Schwinger oder Geber, insbesondere für Ultraschallschwingungen, teilweise oder vollständig in der Matrix und/oder in und/oder an der inneren und/oder äußeren elastisch deformierbaren Wandung des Behältnisses angeordnet oder eingebracht werden; gegebenenfalls oder vorzugsweise davor, dabei und/oder danach die Parameter der Schwinger und/oder die der Wandung, insbesondere ihre Schwingungsparameter und die Parameter, insbesondere Dämpfungs- und Temperaturparameter der Matrix und/oder der Verstärkungsmaterialien und/oder die des Behältnisses zwecks Resonanz, insbesondere Resonanzabstimmung eines Teiles, vorzugsweise der gesamten Tränkungs- und Benetzungsvorrichtung aufeinander eingestellt werden, daß insbesondere dabei und/oder danach, vorzugsweise durch die genannte Relativbewegung und die dabei in der Matrix und in Verstärkungsmaterial insbesondere im Ultraschallbe-

reich auftretenden Depolymerisations-, Ultraschallkapillar- und Ultraschallpolymerisationseffekte die blasen- und meshlingfreie Tränkung und Benetzung und dergleichen der faden-, strang-, band- oder flächenförmigen Verstärkungsmaterialien, gegebenenfalls auch von Füllstoffen, durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Behältnis, vorzugsweise eine Tränkwanne oder eine Transportfolie, und der oder die Schwinger über mindestens eine vorzugsweise elastische oder elastisch deformierbare Zwischenschicht (die auch die Behälterwandung oder die Folie sein kann) miteinander verbunden werden, daß das Behältnis usw. und/oder die Matrix und/oder die Verstärkungsmaterialien derart in ihren Parametern (z. B. in den Abmessungen, der Elastizität, der Menge, der Temperatur oder dergleichen) auf die Schwingungsparameter (Frequenz, Wellenlänge, Amplitude oder dergleichen) des oder der Schwinger oder umgekehrt, abgestimmt wird, gegebenenfalls der oder die Schwinger wellenförmige Biege-, Torsions- oder Längs- oder auch Querschwingungen in seiner Grundswingungsform und/oder in mindestens einer seiner Oberswingungsformen ausführt.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß zur Resonanzabstimmung die Höhe bzw. der Füllstand der flüssigen Matrix mit Hilfe einer Flüssigkeitsstandsregelungsvorrichtung konstant gehalten wird, vorzugsweise durch kontinuierlichen Zufluß der pro Zeiteinheit für das Tränken und Benetzen verbrauchten Polymermatrix.
4. Verfahren nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Höhe der Matrix unter dem Verstärkungsmaterial gleich oder größer, vorzugsweise wesentlich größer als die über dem Verstärkungsmaterial eingestellt wird, oder umgekehrt, vorzugsweise bei Anwendung einer Schwalltränkung und -benetzung; gegebenenfalls die Höhe der Matrix unter dem Verstärkungsmaterial zur Höhe über dem Verstärkungsmaterial zwischen 30 : 1, vorzugsweise 3 : 1

- eingestellt wird, vorzugsweise ¹ der ein- bis zehnfachen Dicke des Verstärkungsmaterials oder dem Durchmesser der Elementarfaser entspricht.
5. Verfahren nach Punkt 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Übertragung der Schwingungen bzw. der Stoß- oder Druckimpulse auf die Verstärkungsmaterialien in einem senkrecht von der Transportrichtung abweichenden Winkel, vorzugsweise schräg oder entgegengesetzt der Transportrichtung, durchgeführt wird.
 6. Verfahren nach Punkt 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Frequenz und/oder Amplitude und/oder Wellenlänge der in Transportrichtung der Verstärkungsmaterialien nacheinander angeordneten Schwinger von Schwinger zu Schwinger insbesondere sukzessiv verringert, gegebenenfalls entsprechend erhöht wird.
 7. Verfahren nach Punkt 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß mit Hilfe von in der Matrix und/oder in und/oder an der elastisch deformierbaren inneren oder äußeren Wandung angeordneten Abstrahlflächen von Schwingern, Schwingern oder dergleichen, die in Richtung zur Flüssigkeitsoberfläche ihre Schwingungen oder Impulse aussenden, mindestens ein vibrierender Matrixschwall, vorzugsweise quer zur Transportrichtung erzeugt wird, durch den oder in dem die Verstärkungsmaterialien getränkt und benetzt und von Blasen und hohlen Stellen (Lunckern) und von Meshlings befreit werden.
 8. Verfahren nach Punkt 1 bis 7, gekennzeichnet dadurch, daß die Verstärkungsmaterialien durch den Spalt von, im (senkrechten) Abstand zueinander gerichteten Schwingungen oder Schwingerpaaren und/oder durch vorzugsweise sinusförmig durch die Lücken von zueinander gerichteten, jedoch seitlich zueinander, vorzugsweise $\frac{\lambda}{2}$ oder ein Vielfaches davon versetzten, in gleichen oder unterschiedlichen Höhen angeordneten Schwingern transportiert werden (Ultraschallwalkstrecke).
 9. Verfahren nach Punkt 1 bis 8, gekennzeichnet dadurch,

daß zur Übertragung der Schwingungen ein Teil oder die gesamte elastisch deformierbare Grundfläche bzw. der Boden des Behältnisses und/oder die Folie und/oder eine in der Nähe der Grundfläche, des Bodens und/oder der Verstärkungsmaterialien befindliche, elastisch deformierbare, gegebenenfalls aus Metall bestehende Schicht, insbesondere durch mehrere vorzugsweise zentral gespeiste und insbesondere gleichmäßig über die Grundfläche bzw. den Boden, die Folie oder die genannte Schicht verteilte Wandler elektrischer Impulse oder durch an die Grundfläche bzw. den Boden, die Folie oder die Schicht grenzende Impulsübertragungsmedien mit innerer Impulsübertragung oder äußerer Impulseinwirkung periodisch elastisch deformiert wird.

10. Verfahren nach Punkt 1 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß die Wandler elektrischer Impulse an der oder in der vorzugsweise metallischen Grundfläche bzw. dem Boden oder der Schicht mindestens ein elektrisches Impulsfeld erzeugen, das die Grundfläche, den Boden und/oder die Schicht periodisch belastet oder elastisch deformiert und somit die Werkstoffe in die erforderlichen mechanischen Schwingungen versetzt, gegebenenfalls die Speisung der Wandler elektrischer Impulse über Generatoren, insbesondere über zwischengeschaltete Elektroenergiespeicher bzw. Kondensatoren durchgeführt wird; wobei vorzugsweise kurze steile Impulse übertragen werden, deren Dauer geringer, vorzugsweise wesentlich geringer ist, als die dazwischen befindlichen Pausen.
11. Verfahren nach Punkt 1 bis 10, gekennzeichnet dadurch, daß eine Frequenz vorzugsweise zwischen etwa 16 und 100 kHz, vorzugsweise um 20 kHz, eine Amplitude zwischen ca. 0,001 und 0,8 mm, vorzugsweise 0,01 bis 0,1 mm und eine Schwingungs- bzw. Schwallenergie zwischen ca. 0,05 bis ca. 100 W/cm², vorzugsweise 3 bis 30 W/cm² angewandt wird, gegebenenfalls der Abstand zwischen Abstrahlfläche des Schwingers und der Oberfläche der Verstärkungsmaterialien auf einen Teil bis auf etwa die 50-fache Dicke der Verstärkungsmaterialien (Flächenge-

bilde) oder der Elementarfaser eingestellt wird, gegebenenfalls bei der Tränkung und Benetzung Kavitationserscheinungen ausgenutzt werden.

12. Verfahren nach Punkt 1 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß mit einer Frequenz zwischen 30 Hz und 16 kHz gearbeitet wird, wobei während der Schwingungsbehandlung die Frequenz und/oder die Amplitude und/oder die Wellenlänge und/oder die Schwingungsenergie oder der Schallstrahlungsdruck kontinuierlich oder diskontinuierlich um $\pm 0,2$ bis 30 % verändert wird.
13. Verfahren nach Punkt 1 bis 12, gekennzeichnet dadurch, daß insbesondere bei Schwingungsausübung bzw. Beschallung der Verstärkungsmaterialien in Transportrichtung oder einem Winkel dazu stehende Wellen (erzeugt durch Überlagerung zweier mit gleicher Frequenz und Wellenlänge in entgegengesetzter Richtung fortschreitende Wellenzüge) zur Anwendung gebracht werden, wobei die Verstärkungsmaterialien im Druckbauch (Spannungsamplitude), vorzugsweise im Bewegungsbauch (Bewegungsamplitude) der Schwingungen angeordnet werden.
14. Verfahren nach Punkt 1 bis 13, gekennzeichnet dadurch, daß insbesondere zur Reibungsverminderung, zur Zugspannungsregelung und zur Unterstützung der Transportbewegung vorzugsweise der Drehbewegung der innerhalb und/oder außerhalb der Matrix befindlichen und zur Umlenkung, zum Transport, zum Walken und zum Abquetschen überschüssiger Matrix dienenden Walzen durch vorzugsweise zwei über den Umfang der Walzen verteilte Schwinnger Tangentialschwingungen überlagert werden.
15. Verfahren nach Punkt 1 bis 14, gekennzeichnet dadurch, daß impuls- und/oder phasenmodulierte mechanische Schwingungen, insbesondere im Ultraschallbereich angewandt werden, gegebenenfalls hierbei die Trägerfrequenz zwischen 30 Hz und 800 kHz und die Modulationsfrequenz zwischen 0,1 und 5000 Hz bei Tastverhältnissen (Verhältnis von Impuls zu Pausenlänge) zwischen 0,1 und 50, vorzugsweise zwischen 1 und 10 gewählt wird.

16. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1 bis 15, gekennzeichnet dadurch, daß die teilweise oder vollständig in der eine stets konstante Menge oder Höhe aufweisende Matrix (2) angeordneten und vorzugsweise gekühlten Schwinger (4; 5; 15) (von oben gesehen) neben- und/oder hintereinander, vorzugsweise leicht überlappend versetzt und/oder daß jeweils mindestens ein Schwingerpaar (4; 5) mit seinen Abstrahlflächen entweder mit Abstand zueinander gerichtet (gegenüberliegend) oder seitlich zueinander versetzt (von der Seite gesehen) aufgebaut und jeweils einzeln, in Paaren oder Gruppen an Erreger (10; 13), insbesondere Generatoren, vorzugsweise Ultraschallgeneratoren, insbesondere für elektrische, elektrohydraulische oder mechanische hydraulische Impulserzeugung angeschlossen sind, gegebenenfalls die Schwinger (4; 5; 15) seitlich und/oder hintereinander in einem Abstand voneinander angeordnet sind, der einem Teil, vorzugsweise einem Vielfachen der halben oder ganzen Wellenlänge entspricht und die Verstärkungsmaterialien (3) zwischen den jeweiligen Abstrahlflächen bzw. in den Abständen oder Lücken angeordnet sind bzw. hindurch transportiert werden, gegebenenfalls die Schwinger (4; 5; 15) und/oder die Erreger (10; 13) mit Anordnungen zur Impuls- und/oder Phasenmodulation der mechanischen Schwingungen verbunden sind.

Punkt

17. Einrichtung nach ¹⁶ Punkt 16, gekennzeichnet dadurch, daß die Schwinger (4; 5; 15) als Stoß- oder Druckimpulse mindestens einseitig abstrahlende, mit einem gespannten gasförmigen oder insbesondere flüssigen Medium (7) gefüllte Kammern (6; 11) oder Membranen oder mindestens einem daraus bestehenden kommunizierenden Kammer- oder Membransystem aus elastisch deformierbaren, vorzugsweise flexiblen Werkstoffen ausgebildet sind, die direkt oder ^{über} mindestens eine elektrische oder hydraulische Impulsübertragungsleitung (8; 17) mit mindestens einem entsprechenden Erreger (10; 13), beispielsweise einem direkt auf das gespannte Medium (7), insbesondere

die gespannte Flüssigkeit wirkenden Stößel eines Preß-
lufthammers hoher Schlagzahl oder einer Sonotrode oder
Sonode eines vorzugsweise magnetostriktiven Ultraschall-
schwingers mechanisch und/oder daß der oder die Erreger
(13) mit mindestens einem in der Nähe oder an oder in
der Kammerwandung oder Membran, vorzugsweise im Boden
des Behältnisses (1) angeordneten Wandlern elektrischer
Impulse (12), vorzugsweise bestehend aus einer Anzahl
einzel-, reihen- oder gruppenweise ansteuerbaren elek-
trischen Wicklungen und/oder mit mindestens einem im
flüssigen Medium angeordneten und elektrohydraulische
Impulse (Unterwasserfunken) erzeugenden Geber elek-
trisch verbunden sind.

18. Einrichtung nach Punkt 16 und 17, gekennzeichnet dadurch,
daß die elastisch deformierbare Grundfläche bzw. der Bo-
den des Behältnisses (1) und/oder die Schicht aus dün-
nem Metall, beispielsweise aus Aluminium oder Tombak
besteht und/oder doppelwandig ausgebildet ist, mit dem
gespannten Medium (7), insbesondere einer Flüssigkeit,
gefüllt und direkt oder über mindestens eine elektrische
oder hydraulische Impulsübertragungsleitung (8; 17) mit
mindestens einem entsprechenden Erreger (10; 13) ver-
bunden ist, wobei der oder die Erreger (13) den Wand-
lern elektrischer Impulse (12) solche Impulse übertra-
gen, daß mindestens ein Magnetfeld von zwei parallelen
elektrischen Strömen, vorzugsweise gleicher Richtung
erzeugt wird.
19. Einrichtung nach Punkt 16 bis 18, gekennzeichnet da-
durch, daß in oder an der Wandung bzw. dem Boden des
Behältnisses (1) und/oder in der Matrix (2) mindestens
ein, vorzugsweise beidseitig der Verstärkungsmaterialien
(3) je ein flächenförmiges, elastisch deformierbares,
insbesondere membranartiges, mit mindestens einem ge-
spannten flüssigen Medium gefülltes Kammersystem (6;
11) als hydraulischer Geber angeordnet ist, das entwe-
der mit mindestens einem Erreger (10; 13) in Verbin-
dung steht und/oder daß ~~in~~ dem Medium des Kammersystems
mindestens ein Flüssigkeitsdruckimpulse aussendender

Geber angeordnet ist, gegebenenfalls beide Geber oder Gebersysteme und/oder ErregerVorrichtungen zur Impuls- oder Phasenmodulation besitzen.

20. Einrichtung nach Punkt 16 bis 19, gekennzeichnet dadurch, daß die Schwinger (15) insbesondere zur Erzeugung des Matrixschalles (14) mit Vorrichtungen zur Erzeugung einer konvergenten Schallstrahlung, insbesondere Ultraschallstrahlung, zur Schallkonzentration in einem Konvergenzpunkt bzw. einer Konvergenzlinie, vorzugsweise quer zur Transportrichtung der Verstärkungsmaterialien (3) ausgestattet sind.
21. Einrichtung nach Punkt 16 bis 20, gekennzeichnet dadurch, daß die Umlenk- oder Transportwalzen (16) der Verstärkungsmaterialien (3) und/oder mindestens einige in der Matrix (2) angeordneten und/oder in die Matrix (2) tauchenden Schwinger (4; 5) als Tangentialschwinger oder Walzen ausgebildet sind, wobei die Walzen an ihrem Umfang, vorzugsweise an beiden Enden, mit mindestens einem, vorzugsweise zwei **tangentiale Schwingungen** vorzugsweise in Transportrichtung der Verstärkungsmaterialien (3) auf die Walzen ausübenden Schwingern (oder Schwungmassen) bestückt sind (berührungsfreier Transport der Verstärkungsmaterialien durch die gesamte Tränk- und Benetzungsvorrichtung (I) in Kombination mit der Ultraschallwaxstrecke).
22. Einrichtung nach Punkt 16 bis 21, gekennzeichnet dadurch, daß der oder die Schwinger (4; 5; 12; 15) mit einer Kühlvorrichtung versehen sind, vorzugsweise gebildet durch einen Umlaufkühlstrom eines flüssigen oder gasförmigen Mediums.
23. Einrichtung nach Punkt 16 bis 22, gekennzeichnet dadurch, daß der oder die Schwinger (4; 5; 12; 15) teilweise oder vollständig in einer Kühlkammer mit Zu- und Abfluß angeordnet sind, mindestens eine Wandung der Kühlkammer elastisch deformierbar ist und diese mit der Matrix (2) in Verbindung steht oder an diese grenzt oder daß das Behältnis (1) bzw. die Tränkwanne, vor-

zugsweise ihr Boden die elastisch deformierbare Kam-
merwandung bildet.

Fig. 1

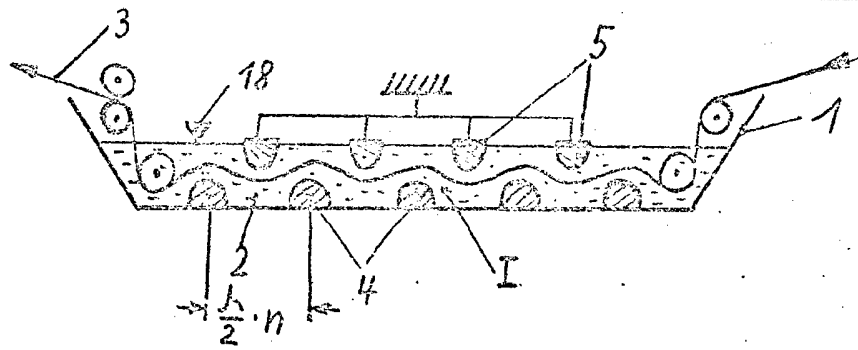


Fig. 2

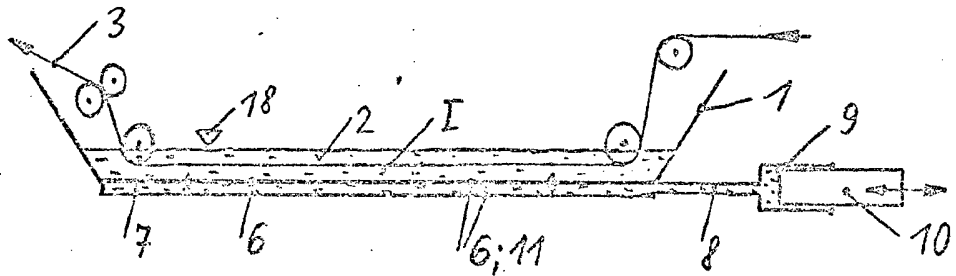


Fig. 3

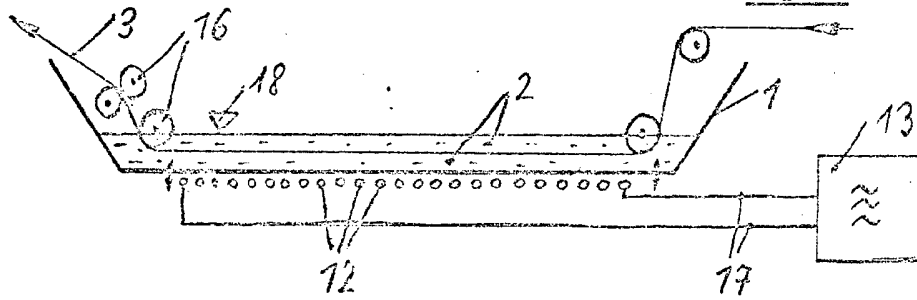


Fig. 4

