

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Oktober 2019 (24.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/201742 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29B 15/12 (2006.01) *G03G 7/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/059285

(22) Internationales Anmeldedatum:

11. April 2019 (11.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 109 019.6

17. April 2018 (17.04.2018) DE

(71) Anmelder: TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

[DE/DE]; Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden (DE).

(72) Erfinder: **DOHMEN, Eike**; Tieckstraße 3, 01099 Dresden (DE). **TITTMANN, Karsten**; Görlitzer Straße 28, 01099 Dresden (DE). **JÄGER, Hubert**; Friedensallee 13A, 01156 Dresden (DE).

(74) Anwalt: **KAILUWEIT & UHLEMANN PATENTANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB**; Bamberger Straße 49, 01187 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: SELECTIVE BINDER APPLICATION

(54) Bezeichnung: SELEKTIVE BINDERAPPLIKATION

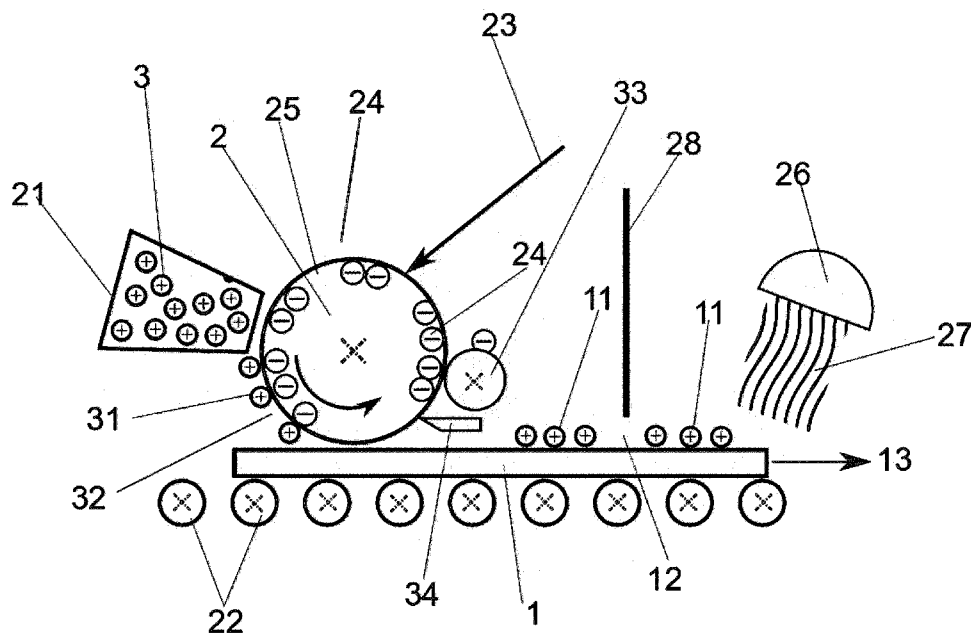


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a semifinished product for fiber-reinforced composite materials, in which a carrier material (1) made of fiber-reinforcing material is selectively coated with pulverulent binder material (3) by means of an electrostatically charged image drum (2) according to the electrophotography type. The pulverulent binder material is temporarily softened by heating and adheres to the fiber-reinforcing material after cooling. The invention further relates to a device for carrying out the method for selective binder application.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs für faserverstärkte Verbundmaterialien vorgestellt, bei dem ein Trägermaterial (1) aus Faserverstärkungsmaterial mittels einer elektrostatisch geladenen Bildtrommel (2) nach Art der



WO 2019/201742 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Elektrofotografie selektiv mit pulverförmigem Bindermaterial (3) belegt wird. Durch Erhitzen wird das pulverförmige Bindermaterial vorübergehend erweicht und haftet nach dem Abkühlen auf dem Faserverstärkungsmaterial. Des Weiteren wird eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur selektiven Binderapplikation offenbart.

Selektive Binderapplikation

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind ein Verfahren und eine Vorrichtung, um auf das Faserverstärkungsmaterial eines Faser-Kunststoff-Verbund(FKV)-Bauteils in einem oder mehreren Oberflächenbereichen Binderpartikel, insbesondere Harzpartikel, in definierter Weise aufzutragen und so ein Halbzeug für die Herstellung von FKV-Bauteilen zur Verfügung zu stellen.

Ein qualitativ hochwertiges Preforming trägt als Prozessschritt zur Herstellung von FKV-Bauteilen wesentlich zur Qualität resultierender FKV-Bauteile bei. Dies wird beispielsweise durch die selektive Applikation von Bindermaterialien erreicht, da hierdurch nachfolgende Fertigungsschritte und somit die Bauteileigenschaften beeinflusst werden können. Binder dienen zur Fixierung von Faserorientierungen sowie von Einzellagen und Sub-Preforms miteinander. Dadurch wird die Preform (auch Vorform) stabilisiert und somit eine bessere Handhabung während der Fertigung gewährleistet. Weiterhin werden sich auf die Bauteileigenschaften negativ auswirkende Effekte wie Faserverschiebungen während der Infiltration, Faltenbildung beim Drapieren sowie die Bildung von Harznestern und Bereichen mit abweichendem Faservolumenanteil vermieden bzw. reduziert. Nach den bisher bekannten Methoden, beispielsweise mittels Rieselwalzen, wird lediglich ein vollflächiger Binderauftrag mit technologiebedingter geringer Genauigkeit erreicht. Durch den vollflächigen Pulverbinderauftrag können einerseits die Verarbeitungseigenschaften hinsichtlich Drapierbarkeit und Infiltrierbarkeit verschlechtert werden. Andererseits können durch ungenauen inhomogenen Pulverauftrag mit Abweichungen in der Pulververteilung die mechanischen Eigenschaften des Bauteils, insbesondere über längere Zeiträume, verschlechtert werden. Dies kann bspw. eintreten, wenn die Fixierung mangelhaft ist oder es aufgrund des zu hohen Binderauftrags zu lokalen Fehlstellen und der Verschlechterung der Matriceigenschaften kommt.

So ist aus der DE 101 63 025 A1 ein Verfahren zur Beschichtung von Substraten mit einer Pulverschicht bekannt. Pulver wird elektrostatisch auf die Oberfläche einer Transfervorrichtung abgeschieden und die Transfervorrichtung und das Substrat werden relativ zueinander in einem Übertragungsbereich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung oder quer zueinander geführt. Dabei sind in dem Übertragungsbereich die mit der Pulverschicht beschichtete Oberfläche der Transfervorrichtung und die zu beschichtende Oberfläche des Substrates einen Spalt bildend einander gegenüber angeordnet. Im Übertragungsbereich wird durch mindestens eine, bezüglich des Spaltes hinter der Transfervorrichtung und/oder hinter dem Substrat angeordnete Elektrode, ein die Pulverpartikel zu dem Substrat bewegendes elektrisches Feld erzeugt, durch das das Pulver von der Transfervorrichtung auf das Substrat übertragen wird. Bei diesem Verfahren ist keine

Entladung der Walzenoberfläche vorgesehen. Hinsichtlich des Substrats ist nichts über ein textiles Substrat als Trägermaterial bekannt.

Die DE 36 23 738 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Beschichten eines textilen Substrats. Dabei wird ein Kunststoffpulver auf die zu beschichtenden Stellen des textilen Substrats unter Anwendung mindestens eines bewusst herbeigeführten elektrostatischen Feldes aufgebracht. Dies erfolgt, indem durch punktförmige Ausnehmungen oder Öffnungen einer elektrostatisch geladenen Walze Partikel an jenen Stellen auf ein an der Walze vorbeigeführtes Vlies austreten, die durch das Muster elektrostatisch geladener Flächen an einer korrespondierenden Walze bestimmt werden.

Die genannten Verfahren ermöglichen lediglich vollflächige Beschichtungen oder Beschichtungen mit regelmäßigen Mustern.

Durch die gezielte selektive Binderapplikation können die beschriebenen Probleme deutlich reduziert werden. Entsprechendes ist in der DE 10 2007 032 904 B3 beschrieben. Aufgrund technologischer Probleme fehlt jedoch derzeit ein geeignetes Verfahren zum selektiven Pulverbinderantrag auf das Faserverstärkungsmaterial eines FKV-Bauteils. So treten beispielsweise beim selektiven Auftrag pulverförmiger Binder mittels Sprühen zu hohe Auftragsmengen und Inhomogenitäten im Sprühbild auf.

Es stellt sich somit die Aufgabe, ein Verfahren zur selektiven Applikation von partikelförmigen Bindermaterialien an Trägermaterialien vorzuschlagen. Dieses Verfahren soll die Möglichkeit bieten, wechselnde Binderverteilungsmuster auf Trägermaterialien aufzubringen.

Unter selektiver Binderapplikation im Sinne dieser Erfindung wird verstanden, dass auf ein Trägermaterial in vorgegebenen Bereichen, die unregelmäßig verteilt sind oder in einem regelmäßigen Muster vorliegen, pulverförmiges Bindermaterial aufgebracht wird. Dabei kann die in einem vorgegebenen Bereich aufgebrachte Bindermenge ebenfalls gezielt gesteuert werden.

Als Binder bzw. Bindermaterialien werden thermoplastische oder sonstige, durch Hitze erweichende und nach Abkühlung verfestigende Hilfsstoffe bezeichnet, die im Fertigungsprozess eines FKV-Bauteils Faserorientierungen fixieren, Einzellagen und Sub-Preforms verbinden und die Preform stabilisieren. Auch duroplastische Binder und kombinierte Binder mit thermoplastischen und duroplastischen Komponenten sind geeignet, deren Reaktionskinetik ein Erweichen bei erhöhten Temperaturen, ohne das Stattfinden einer weiteren Vernetzung, zulässt. Verbreitete Bindersysteme sind beispielsweise der thermoplastische Binder Vestamelt 730 (Evonik Industries) sowie die duroplastischen Binder

Araldite LT 3366 (Huntsman Advanced Materials GmbH) und Epikote 05311 (Hexion Inc.). Besonders bevorzugt kommen als Binder Materialien zum Einsatz, die eine hohe Kompatibilität mit dem Matrixmaterial aufweisen bzw. auch als Matrixmaterial des fertigen Faserverbundbauteils genutzt werden. Damit das pulverförmige Bindermaterial mittels der elektrostatischen Kräfte an dem Transfermedium haftet, sollte die Partikelgröße hinreichend gering sein. Insbesondere Partikelgrößen im Bereich von bevorzugt 5 – 500 µm, besonders bevorzugt 20 – 450 µm, und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 50 – 350 µm (Messung mittels Laserbeugung) haben sich als praktikabel erwiesen. Geringere Partikelgrößen (bis hin zu der Größenordnung der Partikel von Laserdruckertonern aus dem Stand der Technik) sind bei Beachtung der notwendigen Handhabungsvorschriften (Lungengängigkeit der Partikel) ebenfalls möglich.

Als Trägermaterialien werden hier insbesondere textile Materialien, die als Faserverstärkungsmaterial für Faserverbundwerkstoffe geeignet sind, angesehen. Damit die Trägermaterialien mit stabilen Binderverteilungsmustern versehen werden können, müssen die Trägermaterialien als flächige Halbzeuge (bspw. Matten) selbstständig handhabbar sein. Sie müssen somit eine eigene Integrität aufweisen und dürfen bei den nachfolgend beschriebenen Schritten nicht in Einzelfasern zerfallen. Reine Schüttungen von Kurzfasern oder lose Fasergewirke sind nicht geeignet. Insbesondere geeignet sind alle Formen von textilen Trägermaterialien (Geflechte, Gewirke, Gewebe, Gelege, Filze, Vliese etc.). Die Faserverstärkungsmaterialien bestehen aus bekannten Fasern aus dem Stand der Technik, wie Glasfasern, Kohlenstofffasern, Metallfasern, Basalt- und anderen Gesteinsfasern, Naturfasern, wie bspw. Sisal oder auch Kunststofffasern. Insbesondere fallen Papiere als Trägermaterialien oder ähnliche geschlossene Faseragglomerate nicht in den Fokus der vorliegenden Erfindung.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren nach Anspruch 1 und einer Vorrichtung nach Anspruch 17 gelöst. Vorteilhafte Verfahrensweisen bzw. Ausführungsformen sind in den rückbezogenen Unteransprüchen offenbart.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten und beschriebenen Verfahrensweisen bzw. Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst auch alle im Sinne der Erfindung gleich wirkenden Verfahrensweisen bzw. Ausführungsformen. Ferner ist die Erfindung auch nicht auf die speziell beschriebenen Merkmalskombinationen beschränkt, sondern kann auch durch jede beliebige andere Kombination von bestimmten Merkmalen aller insgesamt offenbarten Einzelmerkmale definiert sein, sofern sich die Einzelmerkmale nicht gegenseitig ausschließen oder eine spezifische Kombination von Einzelmerkmalen nicht explizit ausgeschlossen ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem Verfahren gelöst, das mindestens die Schritte:

- Bereitstellen eines Trägermaterials aus einem flächigen Halbzeug aus Faserverstärkungsmaterial,
- Bereitstellen einer Vorrichtung zur selektiven Beschichtung mittels einer elektrostatisch geladenen Bildtrommel nach Art der Elektrofotografie (auch Xerografie), die vorzugsweise aus einem Pulvervorrat mit pulverförmigem Bindermaterial oder durch eine zusätzliche Pulvertransferrolle selektiv mit Bindermaterial beladen wird,
- Bereitstellen eines Beschichtungsmusters und Übermittlung an die Vorrichtung zur selektiven Beschichtung,
- Durchführen einer Relativbewegung von Trägermaterial und der mindestens einen Bildtrommel der Vorrichtung zur selektiven Beschichtung gegeneinander, derart, dass die Relativbewegung des Trägermaterials der Umlaufgeschwindigkeit der Bildtrommel entspricht, wobei:
 - o die Bildtrommel entweder dem Trägermaterial angenähert und das pulverförmige Bindermaterial elektrostatisch von der Bildtrommel auf das Trägermaterial übertragen wird, oder
 - o die Bildtrommel in Kontakt mit dem Trägermaterial kommt und das pulverförmige Bindermaterial auf dem Trägermaterial abgelegt wird,
- optional Abstreifen von Bindermaterialrückständen von der Bildtrommel mittels eines Abstreifblechs und vollständige Entladung der Bildtrommel, z. B. mittels LED-Beleuchtung,
- optionales Fixieren des Bindermaterials auf dem Trägermaterial durch Erhitzen bis zur Erweichung und anschließendes Abkühlen bis zur Verfestigung des Bindermaterials,

aufweist.

Vorgeschlagen wird eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, bei der/dem durch elektrostatische Wechselwirkungen ein gezielter Transfer von Partikeln aus einem Pulvervorrat auf ein Trägermedium erfolgt (Prinzip Laserdrucker bzw. Xerografie/Elektrofotografie). Dabei wird eine rotierende fotoleitende Walze (Bildtrommel, Bildtrommel/Bildwalze, Bildrolle, die bspw. aus einer Metallrolle mit einer äußeren Halbleiterschicht besteht), die vorzugsweise durch eine Ladungswalze oder eine Ladungskorona elektrostatisch aufgeladen wurde, mittels einer Beleuchtung, z. B. Laserstrahl, selektiv entladen. Beim Vorbeiführen der Mantelfläche der Bildtrommel an einem Pulvervorrat mit Bindermaterial werden daher entgegengesetzt geladene Pulverpartikel aus dem Pulvervorrat selektiv an den aufgeladenen Bereichen der Mantelfläche der rotierenden Bildtrommel anhaften. Als Pulvervorrat dient pulverförmiges Bindermaterial. Weiter wird die

rotierende Walze (Bildtrommel) in einer ersten Ausführungsform mit dem Trägermaterial kontaktiert, wobei die anhaftenden Pulverpartikel auf das Trägermaterial übertragen werden.

In einer zweiten Ausführungsform erfolgt kein direkter Kontakt zwischen Bildtrommel und Trägermaterial. Die Bildtrommel wird dem Trägermaterial lediglich stark angenähert. Durch eine hinter dem Trägermaterial angeordnete Elektrode oder, falls das Trägermaterial elektrisch leitfähig ist, durch Anlegen einer elektrischen Spannung an das Trägermaterial, wirken elektrostatische Anziehungskräfte auf die Pulverpartikel, die eine Ablösung von der Bildtrommel und eine Übertragung auf das Trägermaterial bewirken. Bei dieser Ausführungsform erfolgt die Übertragung der Binderpartikel somit kontaktlos. Der Abstand zwischen Bildtrommel und Trägermaterial sowie die anzulegende elektrische Spannung ist von den Eigenschaften (bspw. Leitfähigkeit, Materialdicke, Dielektrizitätskonstante) des Trägermaterials und der Aufladung der Bildtrommel abhängig. Diese Größen sind dem Fachmann bekannt, so dass dieser im Rahmen einer Modellrechnung (bevorzugt computergestützt) eine entsprechende Auslegung vornehmen kann. Typische Abstände zwischen Bildtrommel und Oberfläche des Trägermaterials liegen im Bereich zwischen 0,1 mm bis 5 mm.

Das Trägermaterial führt in diesen beiden Ausführungsformen eine Relativbewegung gegenüber der Bildtrommel in deren Abrollrichtung aus. Dabei erfolgt die Relativbewegung mit einer Geschwindigkeit, die in Betrag und Richtung der Umlaufgeschwindigkeit der Bildtrommel entspricht. Auf diese Weise wird eine Differenzgeschwindigkeit zwischen Bildtrommel und Trägermaterial vermieden, da andernfalls ein Verwischen bzw. eine Fehlübertragung der aufgetragenen Binderpartikel erfolgen würde. Durch den gezielten Transfer des pulverförmigen Bindermaterials auf das Trägermaterial ist es möglich, sowohl die Bereiche des Bindermaterialauftrages als auch die dort aufgetragenen Bindermaterialmengen zu bestimmen. Zur Realisierung unterschiedlicher Ablagemengen von Binder in den vorgegebenen Bereichen können vorteilhaft Rasterungen (unvollständige, jedoch gleichmäßige Beladung der Bildtrommel in den entsprechenden Bereichen) der mit Binder zu belegenden Bereiche vorgesehen werden. Es ist somit möglich, sowohl einen vollständigen als auch einen partiellen Auftrag des pulverförmigen Bindermaterials in ausgewählten Bereichen auf der Oberfläche des Trägermaterials zu realisieren. Dementsprechend ist es möglich, Bereiche auf der Oberfläche des Trägermaterials vorzusehen, die kein pulverförmiges Bindermaterial aufweisen. So können beliebige Muster oder auch unregelmäßig geformte, mit pulverförmigem Bindermaterial versehene Bereiche ausgebildet werden. Die Muster bzw. zu bedruckenden Bereiche können mittels Datenverarbeitungsanlage errechnet bzw. vorbereitet werden und dann analog zu einem Laserdrucker an die Elektronik (Steuereinheit) der Vorrichtung übermittelt werden.

Alternativ zu der rotierenden Walze, die als Bildtrommel arbeitet, sind auch andere bekannte Bauteile aus der Laserdruckertechnik möglich. So können bspw. auch Transferbänder eingesetzt werden.

Optional ist es möglich, mehrere in Bewegungsrichtung des Trägermaterials hintereinander angeordnete Bildtrommeln zu nutzen, die gleichartige oder aber vorzugsweise unterschiedliche pulverförmige Bindermaterialien in vorherbestimmten Bereichen auf das Trägermaterial aufbringen. So ist es möglich, Bereiche auf der Oberfläche des Trägermaterials vorzusehen, die kein pulverförmiges Bindermaterial oder aber unterschiedliche Bindermaterialien aufweisen. Dies ermöglicht es, bspw. Bindermaterialien zu nutzen, die bei unterschiedlichen Temperaturen erweichen oder auch Bindermaterialien einzusetzen, die unterschiedlich eingefärbt sind. Anstelle hintereinander angeordneter Bildtrommeln können auch mehrere Transferbänder genutzt werden, die ebenfalls in Bewegungsrichtung des Trägermaterials hintereinander angeordnet sind.

Die Bewegung des Faserverstärkungsmaterials gegenüber der Bildtrommel (die die Übertragung des pulverförmigen Bindermaterials auf das Faserverstärkungsmaterial leistet) und an einer Fixierrolle bzw. sonstigen Vorrichtungen zum Erweichen des Binders vorbei, erfolgt vorzugsweise mittels eines Transportbandes oder mittels Transportrollen. Die Oberfläche solcher Transportrollen kann dabei unterschiedlich gestaltet sein, bspw. als Vollrolle, profilierte Rolle oder Nadelrolle. Gleiches gilt für Transportbänder, die bspw. als geschlossene Bänder, profilierte Bänder oder Kettenbänder ausgeführt werden können. Auch der Einsatz eines starren Trägers, auf dem das Faserverstärkungsmaterial aufliegt und der seinerseits auf Transportrollen oder einem Transportband aufliegt, ist möglich. Vorzugsweise ist der Abstand zwischen Bildtrommel und Transportband oder Transportrollen einstellbar, so dass eine Anpassung an die Dicke des Trägermaterials erfolgen kann.

Optional kann unterhalb des Trägermaterials eine Elektrode angeordnet werden, die entgegengesetzt zu den Binderpartikeln aufgeladen ist. Dies fördert das Ablösen der Binderpartikel von der Bildtrommel auf das Trägermaterial. Die Elektrode kann bevorzugt als korrespondierende Rolle zur Bildtrommel ausgeführt sein, so dass das Trägermaterial beim Ablegen der Partikel des Bindermaterials gleichzeitig von beiden Rollen berührt wird. Sollte das Trägermaterial auf einem starren Träger unter der Bildtrommel hindurchbewegt werden, kann vorteilhaft dieser starre Träger als Elektrode genutzt und entsprechend aufgeladen werden.

Nach dem Aufbringen des pulverförmigen Bindermaterials kann das Trägermaterial unter mindestens einer Fixierrolle hindurchbewegt werden, um die aufgetragenen Pulverpartikel am Trägermaterial zu fixieren. Dies erfolgt dadurch, dass die Fixierrolle beheizt wird und

durch das Erweichen der pulverförmigen Binderpartikel diese an dem Faserverstärkungsmaterial anhaften. Um Anhaftungen des Bindermaterials an der Fixierrolle zu verhindern, ist diese bevorzugt mit einer Antihaftbeschichtung versehen. Welche Antihaftbeschichtung geeignet ist, hängt vom Bindermaterial ab. Dessen Eigenschaften sind dem Fachmann bekannt. Silikon oder Polytetrafluorethylen (PTFE, Teflon) sind bspw. für eine Vielzahl von Bindermaterialien als Antihaftbeschichtungen geeignet.

Das kurzzeitige bzw. partielle Erweichen der Binderpartikel kann auch mittels anderer bekannter Verfahren aus dem Stand der Technik erfolgen. So ist auch der Einsatz eines Heißluftgebläses oder von Heizlampen, insbesondere von Infrarot-Strahlern, möglich. Bei der Auswahl der Beheizungsverfahren zum kurzzeitigen Erweichen der Binderpartikel ist darauf zu achten, dass keine unerwünschten Veränderungen (bspw. verfrühtes Aushärten von duroplastischen Binderpartikeln oder Zersetzung thermoplastischer Binderpartikel) erfolgt. Dem Fachmann sind die thermischen und chemischen Eigenschaften der Binderpartikel bekannt, so dass dieser eine entsprechende Auswahl für das Verfahren und das dabei angewandte Temperaturregime treffen kann.

In einer weiterentwickelten Verfahrensweise wird vor dem Fixieren des Trägermaterials eine zweite Faserverstärkungsmaterialschicht auf die mit dem Bindermaterial bestreute Faserverstärkungsmaterialschicht positioniert und erst dann der Fixiervorgang durchgeführt. Dies bewirkt, dass die zweite Faserverstärkungsschicht durch das erweichende Bindermaterial auf der mit dem Bindermaterial bestreuten ersten Faserverstärkungsmaterialschicht an ausgewählten Stellen oder vollflächig (je nach Bereichen vorliegenden Bindermaterials auf der ersten Faserverstärkungsmaterialschicht) fixiert wird. So entsteht ein leicht handhabbares Halbzeug für die Herstellung von Faserverbundbauteilen.

Es ist ebenfalls möglich, auf ein Trägermaterial mit bereits fixiertem Bindermaterial eine oder mehrere Faserverstärkungsmaterialschichten aufzubringen, die optional auch fixierte Bindermaterialien aufweisen und die Schichten an den Stellen, an denen Bindermaterial vorliegt, durch kurzzeitiges Erweichen der Bindermaterialien miteinander zu verbinden.

In einer weiteren Vorgehensweise wird die vorgeschlagene Vorrichtung zum selektiven Pulverbinderauftrag mittels eines Roboterarms im Raum geführt und kann somit auf einfach oder mehrfach gekrümmte Preforms selektiv Binder applizieren. Die Relativbewegung zwischen Bildtrommel und Trägermaterial kann dabei durch die Bewegung des Roboterarms oder des Trägermaterials oder durch beide erfolgen. Wesentlich ist, dass die Relativbewegung stets in Abrollrichtung der Bildtrommel erfolgt. Eine vorteilhafte Weiterbildung dieses Prinzips ist in einer Portalmaschine (auch Portal oder Brücke genannt)

zu sehen, die eine Verfahrbarkeit der Bildtrommel, mindestens in Y-Richtung (Richtung der Relativbewegung von Bildtrommel und Trägermaterial), vorzugsweise in X-Y-Richtung, sowie eine Drehung der Bildtrommel um die Z-Richtung ermöglicht, wobei die Z-Richtung senkrecht zur X- und Y-Richtung, zur Fläche, auf der das Trägermaterial aufliegt, sowie der Rotationsachse der Rolle gerichtet ist. Optional wird dazu die vorgeschlagene Vorrichtung zum selektiven Pulverbinderauftrag miniaturisiert, so dass die Bildtrommel eine Breite im Bereich üblicher selektiver Auftragsbreiten aufweist, bspw. im Bereich von 1 - 3 cm. Optional ist hier auch die Verfahung einer Fläche, auf der das Trägermaterial aufliegt, zusätzlich oder alternativ zur Verfahung der Bildtrommel möglich. Die Bewegung des Portals und die Positionierung der Rolle erfolgen analog zu bekannten Zuschneidebrücken für die Konfektionierung von Faserverstärkungsmaterial aus dem Stand der Technik. Auch die elektronischen Ansteuermöglichkeiten sind vorteilhaft zu übernehmen. Bevorzugt wird beim Einsatz eines Roboterarmes oder eines Portals zum kurzzeitigen Erweichen der aufgetragenen Binderpartikel eine berührungslose Methode, vorzugsweise mittels Heizstrahler, angewandt.

Eine weitere vorteilhafte Vorgehensweise sieht vor, dass die erste Faserverstärkungsmaterialschicht mit dem fixierten Bindermaterial gemeinsam mit weiteren Faserverstärkungsmaterialschichten mit oder ohne fixiertem Bindermaterial in eine Form eingelegt wird, die Krümmungen in eine oder weitere Richtungen aufweist. Das fixierte Bindermaterial ist bei diesem Vorgehen vorzugsweise nicht vollflächig auf der Faserverstärkungsmaterialschicht aufgebracht. Vorzugsweise ist das Bindermaterial so angeordnet, dass es nach der Umformung in eine ein- oder mehrfach gekrümmte Form und einem erneuten kurzzeitigen Erweichen die Faserverstärkungsmaterialschichten so zusammenhält, dass die Krümmung nach dem Entformen erhalten bleibt. Auf diese Weise können Faserverstärkungshalbzeuge für eine weitere Verarbeitung vorgeformt werden. Optional ist es möglich, die Form mit Matrixmaterial zu füllen, dieses auszuhärten und so ein faserverstärktes Bauteil herzustellen. Darüber hinaus werden die Schichten von Faserverstärkungsmaterial beim späteren Infiltrieren mit Matrixmaterial nicht gegeneinander verschoben.

In einer vorteilhaften Vorgehensweise bestehen die miteinander verbundenen Faserverstärkungsmaterialschichten aus Fasern, die sich in Material, Länge, Dicke oder sonstigen Parametern unterscheiden.

Die erfindungsgemäß hergestellten Halbzeuge können nach einer optionalen Lagerung mit Verfahren nach dem Stand der Technik weiterverarbeitet werden. So können sie in bekannte Werkzeugkavitäten eingelegt und mit Matrixmaterial getränkt werden. Dies erfolgt bevorzugt als RTM-Verfahren. Vorteilhaft wirkt hier, dass die Verbindungsflächen zwischen den

Schichten von Faserverstärkungsmaterial nicht vollflächig verklebt sind, sondern lediglich bereichsweise. Dadurch wird die Ausbreitung des flüssigen Matrixmaterials weniger behindert und die Entstehung von Lufteinschlüssen wird weitgehend vermieden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden u. a. die folgenden Vorteile erzielt:

- reproduzierbare Auftragsmenge von Bindermaterial,
- kleinste Auftragsmengen (Partikelanzahl pro Fläche) realisierbar,
- Homogenität der Partikelverteilung,
- definierte Auftragskonturen/-muster von Bindermaterial realisierbar,
- hohe Ortsauflösung (dpi - dot per inch),
- hohe Auftragsgeschwindigkeiten realisierbar,
- geringe Partikelverluste, hohe Materialeffizienz,
- Verringerung der Staubbelastung,
- gezielte Fixierung von Fasern bzw. Rovings insbesondere in Randbereichen zur Vermeidung des Herausfallens während der Handhabung sowie zur Verbesserung der Schnittqualität realisierbar,
- erhöhte Drapierbarkeit,
- erhöhte Infiltrierbarkeit,
- erhöhte mechanische Eigenschaften des FKV-Bauteils.

Fig. 1 zeigt schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Infrarotheizung 26 zur Fixierung des pulverförmigen Bindermaterials. Das Faserstärkungsmaterial, das als Trägermaterial 1 eingesetzt wird, wird mittels einer angetriebenen Rollenbahn 22 kontinuierlich unter der Bildtrommel 2 in Bewegungsrichtung 13 hinwegbewegt. Die Bildtrommel 2 wird über eine Ladungsträgerrolle 33 aus dem Stand der Technik gleichmäßig mit Ladungsträgern (Elektronen) 24 aufgeladen. Mittels des Laserstrahls 23 wird die homogene Belegung der fotoleitenden Mantelfläche (Halbleitermaterial) der Bildtrommel 2 mit Ladungsträgern 24 bereichsweise neutralisiert, so dass ladungsträgerfreie Bereiche 25 entstehen. Im Zuge der Rotation der Bildtrommel 2 wird die Mantelfläche an dem Vorratsbehälter 21 für pulverförmiges Bindermaterial 3 vorbeigeführt. Durch eine Öffnung des Vorratsbehälters 21, die bevorzugt über die gesamte Breite der Bildtrommel 2 reicht, wird pulverförmiges Bindermaterial 3 der Mantelfläche der Bildtrommel 2 zugeführt. Dieses pulverförmige Bindermaterial 3 haftet jedoch nur an den Bereichen der Mantelfläche der Bildtrommel 2, die noch elektrostatisch geladen sind. So wird das Bindermuster auf der Mantelfläche der Bildtrommel 2 entwickelt und es entstehen mit Bindermaterial belegte Bereiche 31 sowie binderfreie Bereiche 32. Diese Bereiche bilden sich beim Abrollen der Bildtrommel 2 auf der Oberfläche des Trägermaterials als ebenfalls

mit Bindermaterial 3 belegte Bereiche 11 sowie binderfreie Bereiche 12 ab. Mittels der Heizvorrichtung 26, die die Infrarotstrahlung 27 abgibt, wird das Bindermaterial in den mit Binder belegten Bereichen 11 erhitzt, wodurch es erweicht und an der Oberfläche des Trägermaterials 1 anhaftet (fixiert). Die Blende 28 verhindert die Überhitzung umliegender Bereiche.

Fig. 2 zeigt schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung analog zu Fig. 1, jedoch mit beheizter Fixierrolle 29 und einer Elektrode 201, die das Ablösen der Partikel des pulverförmigen Bindermaterials von der Bildtrommel 2 unterstützt.

Fig. 3 zeigt schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung analog zu Fig. 1, jedoch sind hier die Komponenten Bildtrommel 2, Heizeinrichtung 26, Blende 28, Ladungsrolle 33 und Abstreifblech 34 inkl. aller zugeordneter Prozesse sowie Materialien in einen Werkzeugkopf 36 integriert, welcher durch eine koordinatengesteuerte Handhabungseinheit 37, beispielsweise eine Portalmaschine, einen Roboterarm oder einen an einer Portalmaschine geführten Roboterarm, frei im Raum gekippt und positioniert werden kann. So wird insbesondere ein Transfer auf nicht ebene Faserverstärkungsmaterialien 1 möglich. Das Koordinatenkreuz K soll die Bewegungsmöglichkeit der Handhabungseinheit 37 in alle drei Raumrichtungen x, y, z sowie die Dreh-, Kipp- und Neigemöglichkeit der Handhabungseinheit 37 um diese Achsen x, y, z versinnbildlichen. Da die Transportbewegung bei dieser Ausführungsform vorteilhaft durch die Handhabungseinheit 37 realisiert werden kann, können die Transportrollen 22 aus Fig. 1 durch eine einfache Stützform oder Unterlage 35 ersetzt werden.

Fig. 4 zeigt einige bevorzugte Verfahrensvarianten, die sich insbesondere an die Herstellung des Trägermaterials mit einer selektiven Beschichtung mit Bindermaterial anschließen können. Die durchgezogenen Linien zeigen notwendige Vorgehensweisen, die gestrichelten, optionale.

Ausführungsbeispiele

Die folgenden Ausführungsbeispiele erläutern an konkreten Ausführungsformen das erfindungsgemäße Verfahren und die dabei eingesetzte Vorrichtung.

Beispiel 1 (Fig. 1)

Ein Faserverstärkungsmaterial 1 für ein faserverstärktes Bauteil wird auf einem flachen starren Tragkörper (Trageblech – nicht dargestellt) bereitgestellt. Das Faserverstärkungsmaterial 1 weist eine rechteckige Grundfläche von 210 x 210 mm und eine

Materialdicke von ca. 0,7 mm auf. Das Faserverstärkungsmaterial 1 besteht aus Kohlenstofffasern, die in Form eines Gewebes vorliegen.

Das Faserverstärkungsmaterial 1 wird unter einem umgebauten Druckwerk eines Dell 2330dn Laserdruckers hindurchbewegt. Dazu liegt das Tragblech auf einer Rollenbahn 22 auf, die über einen Zahnriemenantrieb angetrieben wird. Das Tragblech wird über elektrisch leitende Bürsten (nicht dargestellt) entgegengesetzt zu den Binderpartikeln aufgeladen. Das Druckwerk wurde von der Einzugsmechanik und der beheizten Fixiertrommel befreit und weist jetzt neben der Druckelektronik noch die Bildtrommel 2 und den Tonerbehälter 21 als wesentlichste Baugruppen auf. Der Tonerbehälter 21 enthält den pulverförmigen Binder 3, der eine Korngröße von 100 - 300 µm aufweist. Als pulverförmiger Binder 3 wird der Binder Huntsman Araldite LT 3366 verwendet.

Das Trägermaterial 1 wird mit einer Geschwindigkeit unter dem Druckwerk hindurchbewegt, die der Umlaufgeschwindigkeit der Bildtrommel 2 entspricht. Die Bildtrommel 2 wird über die Ladungsrolle 33 mit Ladungsträgern belegt, die mittels des Laserstrahls 23 entsprechend einem vorgegebenen Muster selektiv entfernt werden. Auf diese Weise haften Partikel des pulverförmigen Binders 3 an den vorgegebenen Bereichen der Bildtrommel 2 an. Die Bildtrommel 2 berührt die Oberfläche des Trägermaterials 1 und transferiert dabei die an ihr haftenden Partikel des pulverförmigen Binders im vorgegebenen Muster 11, 12 auf der Oberfläche des Trägermaterials 1 ab. Das Muster wurde vorab am Computer entworfen und als Druckauftrag, wie beim Bedrucken von Papier, an die Druckerelektronik übermittelt. Als Muster sind für diesen konkreten Fall drei parallel zu den Längskanten des Trägermaterials 1 verlaufende Binderstreifen von jeweils 3 cm Breite vorgesehen. Zwei der Streifen sind mit 2 cm Abstand zu den jeweils äußeren Kanten und ein Streifen mittig, zwischen den beiden äußeren Streifen angeordnet. Nach dem Ablegen des pulverförmigen Binders 3 wird die Bildtrommel 2 durch das Abstreifblech 34 von Restbinder und verbliebenen Ladungen befreit. Die Bildtrommel 2 kann nun erneut aufgeladen werden und der Druckvorgang kann wiederholt werden.

Das Trägermaterial 1 bewegt sich weiter und wird nach dem Passieren einer Blende 28, die die Wärmestrahlung gegen das Druckwerk abschirmt, unter einer Reihe von Infrarotstrahlern 26 hindurchgeführt. Diese Infrarotstrahler 26 bewirken ein Erweichen des pulverförmigen Binders, wodurch ein sicheres Anhaften der Binderpartikel an dem Trägermaterial 1 aus Kohlenstofffasergewebe erfolgt. Nach dem Passieren der Infrarotstrahler 26 erstarrt das Bindermaterial erneut. Nun steht ein Halbzeug aus Faserverstärkungsmaterial zur Verfügung, das lokale Bereiche 11 auf der Oberseite aufweist, die mit anhaftendem Bindermaterial versehen sind. Das Halbzeug kann nun bis zur Weiterverarbeitung gelagert werden.

Das Halbzeug wird nunmehr zu einer Form transportiert, die eine Krümmung in der Längsrichtung vorgibt. Nach dem Einlegen in diese Form wird eine zweite Schicht von Faserverstärkungsmaterial, jedoch ohne Bindermaterial, auf die erste Schicht aufgelegt. Die Form wird geschlossen und erwärmt. Durch das erneute Erweichen des Bindermaterials werden die beiden Schichten von Faserverstärkungsmaterial mittels der drei Binderstreifen über die gesamte Länge hinweg miteinander verbunden. Nach dem erneuten Erstarren des Bindermaterials steht ein weiterverarbeitetes zweites Halbzeug zur Verfügung, das eine Krümmung aufweist, die aufgrund der Verklebung der Schichten mittels des Bindermaterials erhalten bleibt. Eine Verschiebung der Schichten gegeneinander ist wirksam verhindert.

Auch dieses zweite Halbzeug kann beliebig lang gelagert werden, ehe es der Weiterverarbeitung zugeführt wird.

Zur Weiterverarbeitung wird das zweite Halbzeug mit Krümmung in eine geeignete Form eingelegt. Die Form wird geschlossen und in einem Verfahren nach dem Stand der Technik mit Matrixmaterial geflutet. Auch dabei wird durch das Bindermaterial eine Verschiebung der Schichten von Faserverstärkungsmaterial vermieden. Da der Binder jedoch nur streifenweise zwischen den Schichten von Faserverstärkungsmaterial angeordnet ist, wird eine Ausbreitung des flüssigen Matrixmaterials sehr viel weniger behindert, als es bei vollflächigen Verklebungen nach dem Stand der Technik der Fall wäre.

Beispiel 2 (Fig. 3)

Das Faserverstärkungsmaterial 1 für ein faserverstärktes Bauteil wird auf einer Stützform 35 bereitgestellt, welche die Geometrie des herzustellenden FKV-Bauteils mit mehrfach gekrümmten Flächen aufweist. Die Stützform 35 weist die äußeren Abmessungen von 800 x 600 x 370 mm auf und besteht aus einem mikrozellulären Modellbauwerkstoff auf Polyurethan-Basis. Das Faserverstärkungsmaterial 1 wurde zuvor entsprechend einer Drapiersimulation auf die benötigten Konturen, deren äußere Abmessungen ca. 590 x 815 mm sind, zugeschnitten und auf die gekrümmte Stützform 35 drapiert. Das Faserverstärkungsmaterial 1 ist ein Kohlenstofffasergewebe mit Köperbindung (2/2) und weist ein Flächengewicht von 400 g/m² und eine Materialdicke von ca. 0,7 mm auf. Als pulverförmiger Binder 3 wird der Binder Huntsman Araldite LT 3366 verwendet, der Korngrößen von 100 - 300 µm aufweist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in einer miniaturisierten Form in einem Werkzeugkopf 36 integriert, welcher die Komponenten Bildtrommel 2, Beleuchtungseinheit mit Laser 23, Heizeinrichtung 26, Blende 28, Ladungsrolle 33, Abstreifblech 34 und Vorratsbehälter 21 beinhaltet. Die Bildtrommel 2 weist eine Breite von 30 mm auf. Als koordinatengesteuerte

Handhabungseinheit 37 wird ein KUKA Roboter des Typs KR 16-2 genutzt, welcher sechs Achsen und eine maximale Reichweite von 1611 mm aufweist.

Die Bildtrommel 2 wird über die Ladungsrolle 33 mit Ladungsträgern belegt, die mittels des Laserstrahls 23 entsprechend einem vorgegebenen Muster selektiv entfernt werden. Auf diese Weise haften Partikel des pulverförmigen Binders 3 an den vorgegebenen Bereichen der Bildtrommel 2 an. Mittels der koordinatengesteuerten Handhabungseinheit 37 wird durch das Verfahren des Werkzeugkopfes 36 eine Relativbewegung der Bildtrommel 2 gegenüber dem Trägermaterial 1 derart durchgeführt, dass die Relativbewegung der Umlaufgeschwindigkeit der Bildtrommel 2 entspricht, und somit einen Auftrag der Partikel des pulverförmigen Binders 3 auf dem Trägermaterial 1 im vorgegebenen Muster realisiert. Dabei entspricht die programmierte Bahn des Werkzeugkopfes 36 bzw. der Bildtrommel 2 den gekrümmten Linien auf der dreidimensionalen Oberfläche des auf der Stützform 35 drapierten Faserverstärkungsmaterials 1, auf denen pulverförmiger Binder 3 appliziert werden soll. Diese Linien des Bindermusters wurden zuvor in einer Computersimulation ermittelt und an die Steuerung des Roboterarms übertragen. Als Muster sind für diesen konkreten Fall drei parallel zu den Längskanten des Trägermaterials 1 verlaufende Binderstreifen von jeweils 3 cm Breite (Breite der Bildtrommel 2) vorgesehen. Zwei der Streifen sind mit 2 cm Abstand zu den jeweils äußeren Kanten und ein Streifen mittig, zwischen den beiden äußeren Streifen angeordnet. Zur Realisierung einer definierten Partikeldichte im mittleren Streifen ist eine Rasterung von 50 % der maximal möglichen Binderbeladung vorgesehen. Zur Unterstützung der Ablage der Partikel des pulverförmigen Binders 3 wird das Kohlefaser-Trägermaterial 1 über die Stützform 35 geerdet. Die Neigung und Drehung (Rotationen um alle drei Koordinatenachsen x, y, z) des Werkzeugkopfes 36 werden so eingestellt, dass die Ausrichtung des Werkzeugkopfes 36 der Oberflächennormalen entspricht und die Heizeinrichtung 26 sich in Bewegungsrichtung hinter der Bildtrommel 2 befindet.

Nach dem Ablegen des Bindermaterials wird die Bildtrommel 1 durch das Abstreifblech 34 von Restbinder und verbliebenen Ladungen befreit. Die Bildtrommel 2 kann nun erneut aufgeladen werden und der Druckvorgang wiederholt werden.

Im Zuge der Bewegung des Roboterarms über dem Trägermaterial 1, wird eine Blende 28, die die Wärmestrahlung gegen das Druckwerk abschirmt, über das Trägermaterial 1 hinweggeführt. Auf die Blende 28 folgt eine Reihe von Infrarotstrahlern 26. Diese Infrarotstrahler 26 bewirken ein Erweichen der Partikel des pulverförmigen Binders, wodurch ein sicheres Anhaften der Binderpartikel an dem Kohlenstofffaser-Trägermaterial 1 erfolgt. Nachdem die Infrarotstrahler 26 das Bindermaterial nicht mehr erwärmen, kühlt das Bindermaterial ab und erstarrt.

Nun steht ein Halbzeug aus Faserverstärkungsmaterial 1 zur Verfügung, das lokale Bereiche 11 auf der Oberseite aufweist, die mit anhaftendem Bindermaterial versehen sind. Das Halbzeug kann nun bis zur Weiterverarbeitung gelagert werden.

Nach dem Fertigstellen der ersten Schicht wird eine zweite Schicht von Faserverstärkungsmaterial 1 in die Form 35 eingelegt und analog zu den vorher beschriebenen Schritten selektiv beschichtet. Anschließend wird eine dritte Schicht ohne Bindermaterial auf die ersten beiden Schichten aufgelegt, die Form geschlossen und erwärmt. Durch das erneute Erweichen des Bindermaterials werden die Schichten von Faserverstärkungsmaterial 1 mittels der applizierten Binderlinien über die gesamte Linienlänge hinweg miteinander verbunden. Nach dem erneuten Erstarren des Bindermaterials steht ein weiterverarbeitetes zweites Halbzeug (Preform) zur Verfügung, das mehrfache Krümmungen aufweist, die aufgrund der Fixierung der Schichten mittels des Bindermaterials erhalten bleiben. Eine Verschiebung der Schichten gegeneinander ist wirksam verhindert.

Auch dieses zweite Halbzeug kann beliebig lang gelagert werden, ehe es der Weiterverarbeitung zugeführt wird.

Zur Weiterverarbeitung wird das zweite Halbzeug mit Krümmung in eine geeignete Form eingelegt. Die Form wird geschlossen und in einem Verfahren nach dem Stand der Technik mit Matrixmaterial geflutet. Auch dabei wird durch das Bindermaterial eine Verschiebung der Schichten von Faserverstärkungsmaterial vermieden. Da der Binder jedoch nur streifenweise zwischen den Schichten von Faserverstärkungsmaterial angeordnet ist, wird eine Ausbreitung des flüssigen Matrixmaterials sehr viel weniger behindert, als es bei vollflächigen Verklebungen nach dem Stand der Technik der Fall wäre.

Bezugszeichenliste

- 1 Faserverstärkungsmaterial (Trägermaterial)
- 11 mit pulverförmigem Binder belegte Bereiche des Trägermaterials
- 12 nicht mit pulverförmigem Binder belegte Bereiche des Trägermaterials
- 13 Bewegungsrichtung des Trägermaterials
- 2 Bildtrommel
- 201 Elektrode
- 21 Vorratsbehälter für pulverförmigen Binder
- 22 Transportrollen
- 23 Strahlung (zur selektiven Entladung der Bildtrommel)
- 24 Ladungen auf der Mantelfläche der Bildtrommel
- 25 Ladungsfreie Bereiche auf der Mantelfläche der Bildtrommel
- 26 Heizeinrichtung
- 27 Wärmestrahlung
- 28 Blende
- 29 Fixierrolle
- 3 pulverförmiger Binder
- 31 mit pulverförmigem Binder belegte Bereiche der Mantelfläche
- 32 nicht mit pulverförmigem Binder belegte Bereiche der Mantelfläche
- 33 Ladungsrolle
- 34 Abstreifblech
- 35 Stützform, Unterlage
- 36 Werkzeugkopf
- 37 Koordinatengesteuerte Handhabungseinheit
- K Koordinatensystem mit den Achsen x, y, z

Patentansprüche

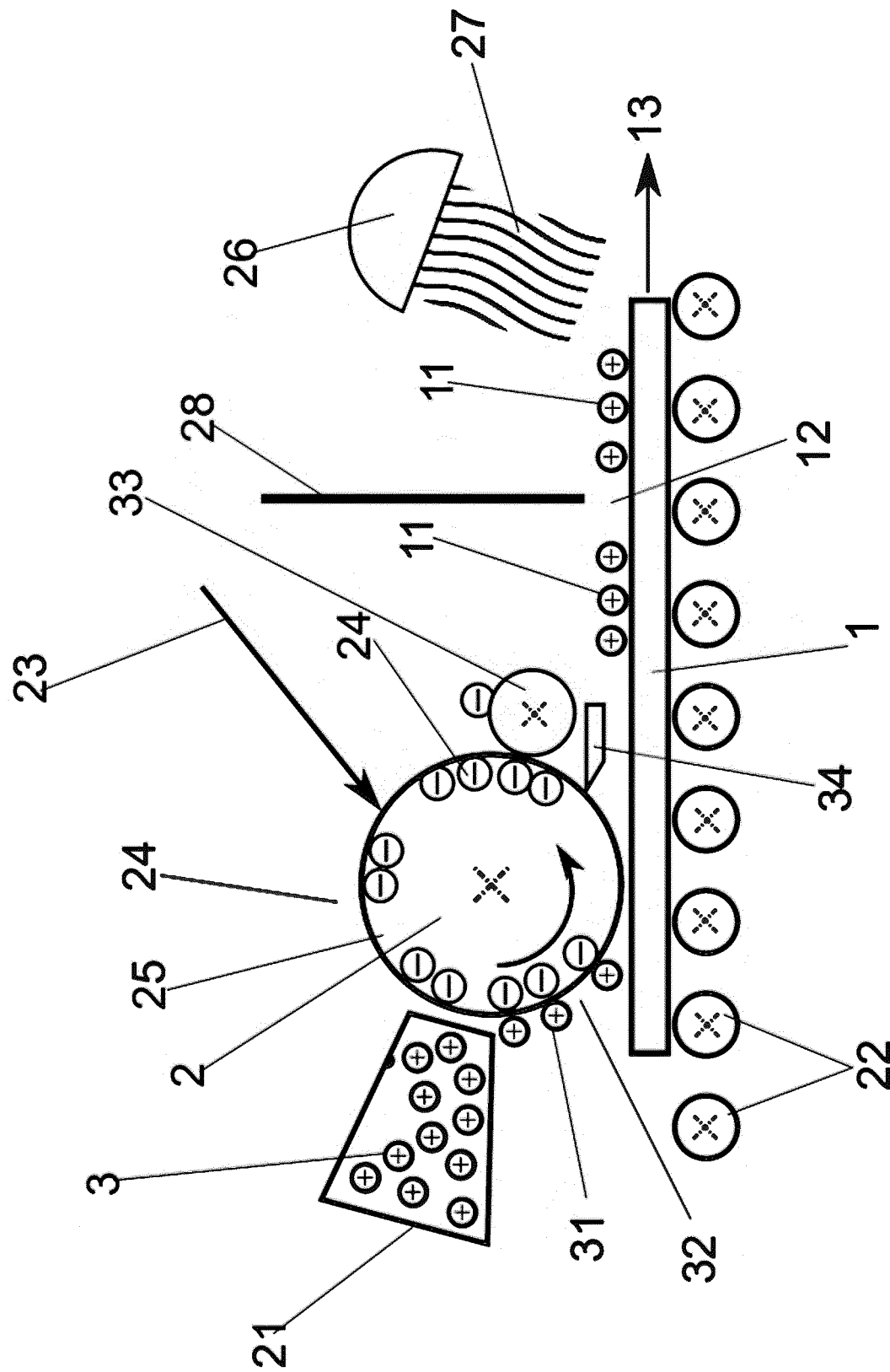
1. Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs für faserverstärkte Verbundmaterialien aufweisend mindestens die Schritte:
 - a) Bereitstellen eines Trägermaterials aus einem flächigen Halbzeug aus Faserverstärkungsmaterial,
 - b) Bereitstellen einer Vorrichtung zur selektiven Beschichtung mittels einer elektrostatisch geladenen Bildtrommel nach Art der Elektrofotografie,
 - c) Bereitstellen eines Beschichtungsmusters und Übermittlung an die Vorrichtung zur selektiven Beschichtung,
 - d) Selektives Auftragen des pulverförmigen Bindermaterials auf die Bildtrommel entsprechend dem Beschichtungsmuster,
 - e) Durchführen einer Relativbewegung von Trägermaterial und Bildtrommel der Vorrichtung zur selektiven Beschichtung gegeneinander derart, dass die Relativbewegung des Trägermaterials der Umlaufgeschwindigkeit der Bildtrommel entspricht, wobei
 - die Bildtrommel entweder dem Trägermaterial angenähert und das pulverförmige Bindermaterial elektrostatisch von der Bildtrommel auf das Trägermaterial übertragen wird, oder
 - die Bildtrommel in Kontakt mit dem Trägermaterial kommt und das pulverförmige Bindermaterial auf dem Trägermaterial abgelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach Schritt e) ein Abstreifen von Bindermaterialrückständen von der Bildtrommel mittels eines Abstreifblechs und eine vollständige Entladung der Bildtrommel erfolgen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach Schritt e) ein Fixieren des Bindermaterials auf dem Trägermaterial durch Erhitzen bis zur Erweichung und anschließendes Abkühlen bis zur Verfestigung des Bindermaterials erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial ein textiles Material in der Form eines Geflechts, Gewirks, Geleges, Gewebes, Filzes oder Vlieses ist, dessen Fasern aus Glasfasern, Kohlenstofffasern, Metallfasern, Basalt- und anderen Gesteinsfasern, Naturfasern, wie bspw. Sisal oder Kunststofffasern, bestehen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildtrommel in Schritt d) aus einem Pulvervorrat mit pulverförmigem Bindermaterial oder durch eine zusätzliche Pulvertransferrolle selektiv mit Bindermaterial beladen wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das pulverförmige Bindermaterial aus thermoplastischen oder duroplastischen, durch Hitze erweichende und nach Abkühlung verfestigende Materialien besteht.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Auftragen des pulverförmigen Bindermaterials auf dem Trägermaterial vollflächig oder bereichsweise oder punktuell in beliebigen Mustern oder auch unregelmäßig geformt mit vorgegebener Bindermenge erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Relativbewegung von Bildtrommel und Trägermaterial zueinander durch eine kontinuierliche Transportbewegung des Trägermaterials unter der Bildtrommel realisiert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial bei der Transportbewegung auf Transportrollen oder einem Transportband oder auf einem starren Träger aufliegt, der seinerseits auf Transportrollen oder einem Transportband aufliegt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Relativbewegung von Bildtrommel und Trägermaterial zueinander durch einen Roboterarm oder durch ein Portal erfolgt, der/das mindestens eine Verfahrbarkeit der Bildtrommel in y-Richtung ermöglicht.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial zeitgleich mit der Bewegung des Roboterarmes bzw. der Bildtrommel an dem Portal bewegt wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere, in Bewegungsrichtung des Trägermaterials hintereinander angeordnete Bildtrommeln gleichartige oder unterschiedliche pulverförmige Bindermaterialien in vorherbestimmte Bereiche auf das Trägermaterial aufbringen.
13. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Erhitzen mittels einer beheizten Fixierrolle, Heißluft oder Infrarotstrahlern erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 3 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Fixieren erfolgt, nachdem eine Schicht Faserverstärkungsmaterials auf das Trägermaterial aufgelegt wurde, so dass durch das Fixieren eine Verbindung von Trägermaterial und der Schicht Faserverstärkungsmaterials erfolgt und die beiden Schichten ein Halbzeug bilden.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Schritt d) das Trägermaterial
- a) in eine Form eingelegt wird,
 - b) mindestens eine zweite Schicht von Faserverstärkungsmaterial, mit oder ohne aufgetragenem Bindermaterial, über die erste Schicht angeordnet wird,
 - c) die Form geschlossen und erwärmt wird, so dass das Bindermaterial erneut erweicht und mindestens zwei Schichten aus Trägermaterial und Faserverstärkungsmaterial mittels des bei Abkühlung verfestigenden Bindermaterials miteinander verbunden sind und ein Halbzeug bilden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Form mindestens eine Krümmung in einer Richtung aufweist.
17. Vorrichtung zur selektiven Beschichtung mit einer Bildtrommel, die auf ihrer Mantelfläche elektrostatisch aufgeladen ist, wobei die Ladung durch gezielte Beleuchtung, selektiv entfernbar ist, die Steuerung der Beleuchtung durch eine elektronische Steuerung erfolgt und die Mantelfläche durch Vorbeiführen an einem Pulvervorrat mit pulverförmigem Bindermaterial selektiv mit Bindermaterial beladbar ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass zur Beleuchtung eine Bestrahlung mit Laserstrahlung oder LED-Licht genutzt wird.
19. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung weiterhin Transportrollen oder ein Transportband aufweist, wobei die Transportrollen bzw. das Transportband in seinem Abstand zur Bildtrommel einstellbar ist und Transportrollen bzw. das Transportband geeignet sind, das Trägermaterial oder den starren Träger des Trägermaterials mit einer Geschwindigkeit an der Bildtrommel vorbei zu bewegen, die der Umlaufgeschwindigkeit der Bildtrommel entspricht.
20. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass auf der, der Bildtrommel abgewandten Seite des bewegten Trägermaterials eine Elektrode angeordnet ist, die so aufgeladen werden kann, dass das pulverförmige Bindermaterial von der Bildtrommel abgelöst wird.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass in Bewegungsrichtung des Trägermaterials hinter der Bildtrommel eine Heizeinrichtung angeordnet ist, die geeignet ist, pulverförmiges Bindermaterial auf dem Trägermaterial aufzuschmelzen.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Bildtrommel und Heizeinrichtung eine Blende angeordnet ist, die den Übertritt von Wärme auf umliegende Bereiche verhindert oder reduziert.

Fig. 1



22

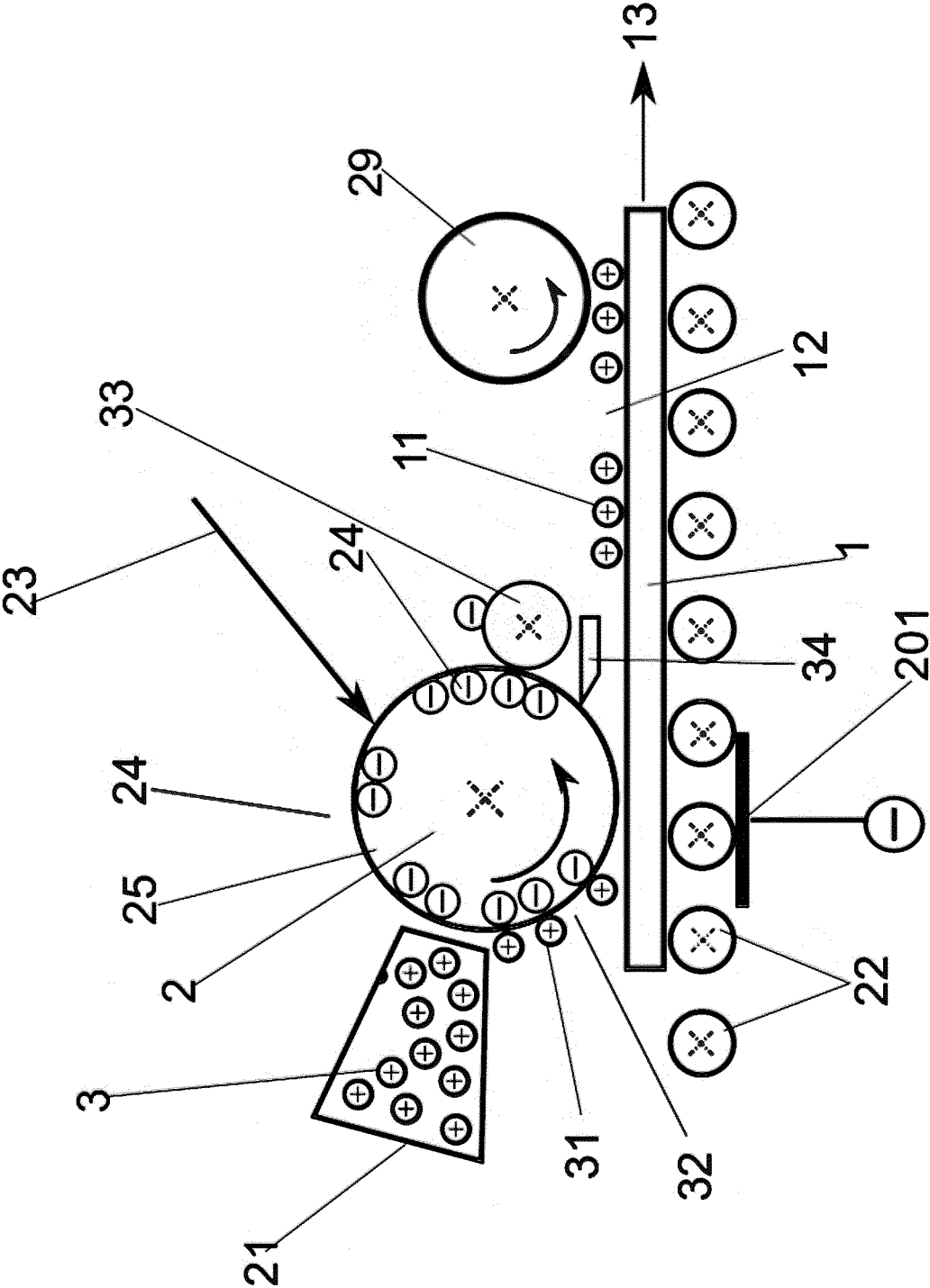
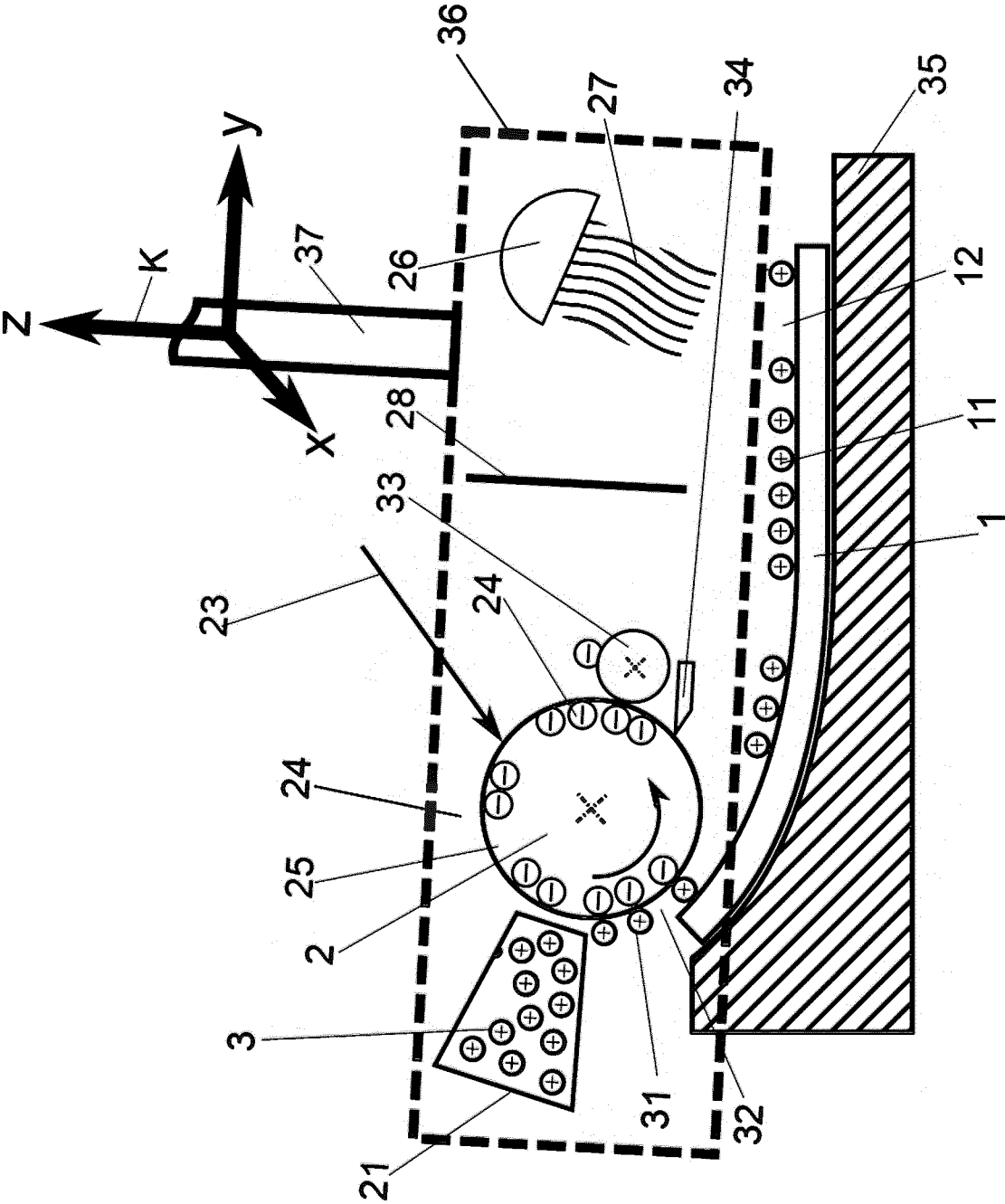


Fig. 2

Fig. 3



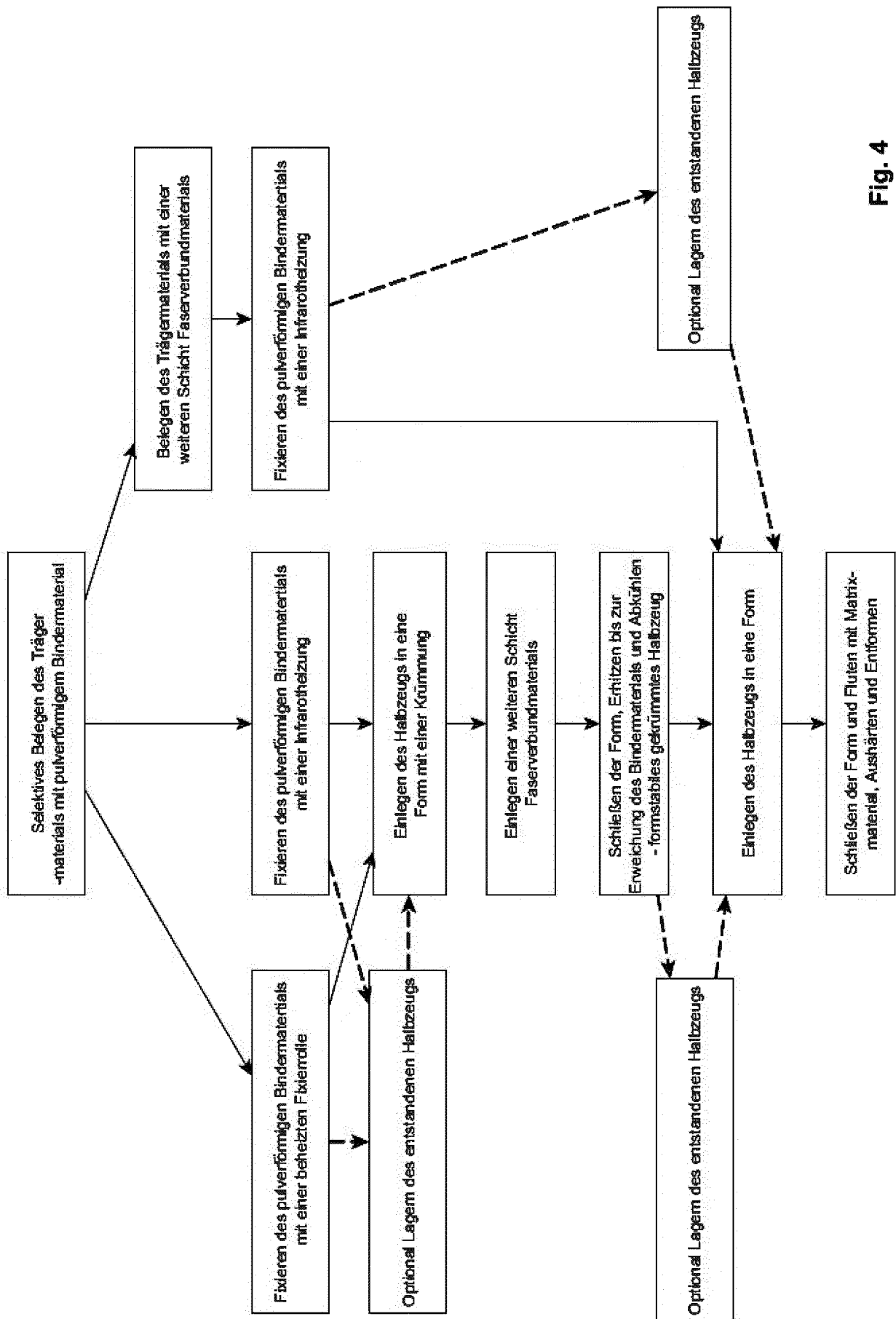


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/059285

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B29B 15/12**(2006.01)i; **G03G 7/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29B; G03G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	, HANDBOOK OF PRINT MEDIA, SPRINGER VERLAG, BERLIN HEIDELBERG NEW YORK, 01 January 2000 (2000-01-01), ISBN: 978-3-540-66941-8. XP002784280 the whole document	17-22
X Y	US 2007146765 A1 (MATSUDA TSUKASA [JP] ET AL) 28 June 2007 (2007-06-28) figure 1 paragraphs [0012], [0013], [0014], [0017], [0018], [0019], [0047], [0049], [0057]	1-11,13,14,17-22 12,15,16
X Y	US 2017299973 A1 (FRAUENS MICHAEL [US]) 19 October 2017 (2017-10-19) figures 1,2 paragraphs [0005], [0006], [0023], [0025], [0026], [0027], [0030], [0033], [0034], [0035], [0037], [0040]	17-22 12,15,16
X	US 2007026206 A1 (ZHOU XIAO-QI [US]) 01 February 2007 (2007-02-01) paragraphs [0014], [0041]; figure 4	17-22

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 August 2019

Date of mailing of the international search report

23 August 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Jouannon, Fabien

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/059285

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2007146765	A1	28 June 2007	NONE			
US	2017299973	A1	19 October 2017	US	2017299973	A1	19 October 2017
				US	2019022926	A1	24 January 2019
US	2007026206	A1	01 February 2007	AT	542169	T	15 February 2012
				CN	101233457	A	30 July 2008
				EP	1915648	A1	30 April 2008
				JP	5060480	B2	31 October 2012
				JP	2009503612	A	29 January 2009
				KR	20080030647	A	04 April 2008
				US	2007026206	A1	01 February 2007
				WO	2007016002	A1	08 February 2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29B15/12 G03G7/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29B G03G

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	1. Januar 2000 (2000-01-01), HANDBOOK OF PRINT MEDIA, SPRINGER VERLAG, BERLIN HEIDELBERG NEW YORK, XP002784280, ISBN: 978-3-540-66941-8 das ganze Dokument	17-22
X	US 2007/146765 A1 (MATSUDA TSUKASA [JP] ET AL) 28. Juni 2007 (2007-06-28)	1-11,13,14,17-22
Y	Abbildung 1 Absätze [0012], [0013], [0014], [0017], [0018], [0019], [0047], [0049], [0057]	12,15,16
X	US 2017/299973 A1 (FRAUENS MICHAEL [US]) 19. Oktober 2017 (2017-10-19)	17-22
Y	Abbildungen 1,2 Absätze [0005], [0006], [0023], [0025], [0026], [0027], [0030], [0033], [0034], [0035], [0037], [0040]	12,15,16
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. August 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/08/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jouannon, Fabien

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/026206 A1 (ZHOU XIAO-QI [US]) 1. Februar 2007 (2007-02-01) Absätze [0014], [0041]; Abbildung 4 -----	17-22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/059285

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007146765	A1	28-06-2007	KEINE

US 2017299973	A1	19-10-2017	US 2017299973 A1 19-10-2017
			US 2019022926 A1 24-01-2019

US 2007026206	A1	01-02-2007	AT 542169 T 15-02-2012
			CN 101233457 A 30-07-2008
			EP 1915648 A1 30-04-2008
			JP 5060480 B2 31-10-2012
			JP 2009503612 A 29-01-2009
			KR 20080030647 A 04-04-2008
			US 2007026206 A1 01-02-2007
			WO 2007016002 A1 08-02-2007
