

# PATENTCHRIFT 140 122

## Wirtschaftspatent

Ertelt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11)	140 122	(44)	13.02.80	Int. Cl. <sup>3</sup>	3 (51)	B 29 D 3/02
						B 29 J 1/02
						B 32 B 27/04
(21)	WP B 29 d / 178 132	(22)	25.04.74			
(61)	134 213					

---

(71) siehe (72)

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

(73) siehe (72)

(74) Dipl.-Ing. Karl H. Junge, 102 Berlin, Heinrich-Heine-Straße 4

---

(54) Verfahren zur Herstellung von Gegenständen aus  
faserverstärkten Werkstoffen

---



290  
WP B ~~92~~ / 178 132

Verfahren zur Herstellung von Gegenständen aus faserverstärkten  
Werkstoffen

---

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Herstellung von Gegenständen aus faserverstärkten Werkstoffen, insbesondere aus Schichten aus faserverstärkten Kunststoffen und anderen Werkstoffen auch unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung und/oder Dichte, bei dem die Werkstoffe in der jeweils erforderlichen Zusammensetzung, Form, Menge und Zeiteinheit den einzelnen Herstellungsstufen bzw. -vorrichtungen zugeführt und dort be- bzw. verarbeitet werden, wobei die mit Härter und/oder Beschleuniger und/oder Aktivatoren bzw. Sensibilisatoren und/oder Thixotropiermitteln oder dergleichen gemischten Werkstoffe und/oder die Schichten auf unbewegte oder bewegte bzw. transportierte oder gedrehte Oberflächen von Unterlagen, Kernen oder Herstellungsformen oder in diese gebracht werden und die Formung und/oder Tränkung und Benetzung insbesondere der Verstärkungsmaterialien mit den vorzugsweise aus ungesättigten Polyester- oder aus Epoxidharzen bestehenden Bindemitteln und ihre blasenfreie Verdichtung und Ausrichtung durch auf diese Werkstoffe periodisch übertragene kinetische Energie vorzugsweise in Form von mechanischen Schwingungen, mit gleichzeitiger oder anschließender Formung und/oder Verfestigung, vorzugsweise durch Energiezufuhr, insbesondere durch geeignete elektro-

magnetische Wellen, durchgeführt wird, nach Patent 134 113

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Im Patent 134 113 sind ein Verfahren und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Herstellung von Gegenständen aus faserverstärkten Werkstoffen beschrieben.

Bei dem Verfahren werden 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 Kerns und/oder einer Herstellungsform und/oder einer in der Nähe der Oberfläche der Unterlage, des Kerns und/oder der Herstellungsform angeordneten entsprechenden dünnen Schicht und/oder in einem einseitig an die Wandung und/oder die dünne Schicht grenzenden und mit 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.

Die Einrichtung besteht aus mindestens einer, vorzugsweise aus einer Anzahl einzeln oder gemeinsam steuerbaren Induktionsspulen, die in die genannte Wandung oder dünne Schicht eingebracht oder um die gegebenenfalls doppelwandig ausgebildete Herstellungsform oder in der Nähe dieser und/oder im Kern oder in dessen Nähe angebracht sind und die mit Spannungsquellen, ggf. 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. seiner Wandung, des Kernes und/oder der dünnen Schicht oder mindestens eine Schicht dieser Form oder des Kernes magnetisches oder magnetisch beeinflussbares Material ist.

#### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, Verfahren und Einrichtung gemäß Haupterfindungsschutzrecht zu verbessern und zu vereinfachen und universell anwendbar zu machen, insbesondere für großflächige oder großvolumige Gegenstände attraktiver zu gestalten, billigere Herstellungsformen zu schaffen und den Energiebedarf wesentlich herabzusetzen.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens, insbesondere offene oder geschlossene Herstellungsformen zu schaffen, die einfach im technischen Aufbau sind, die möglichst geringe Energie erfordern und die insbesondere leicht an Herstellungsformen auch unterschiedlicher Gestalt und Oberflächenform und auch Größe anbaubar, also leicht auswechselbar sind, die gegebenenfalls nach dem Baukastenprinzip aufgebaut sind und von denen mindestens einige ohne mechanische Impulsübertragung arbeiten. Diese Aufgabe wird bei dem Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur genannten Übertragung kinetischer Energie auf die Werkstoffe ein Teil oder die gesamte elastisch deformierbare Formwandung der Herstellungsform und/oder eine in der Nähe der Formoberfläche befindliche, elastisch deformierbare, gegebenenfalls aus Metall bestehende Schicht durch mehrere vorzugsweise zentral gespeiste und gleichmäßig über die Formwandung oder Schicht verteilte Wandler elektrischer

Impulse oder durch an die Formwandung oder Schicht grenzende Impulsübertragungsmedien mit innerer Impulserzeugung oder äußerer Impulseinwirkung periodisch elastisch deformiert wird.

Diese Aufgabe wird bei der Einrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die mit Spannungsquellen oder Impulsgeneratoren oder vorzugsweise mit schnell entladbaren Elektroenergiespeichern, insbesondere Kondensatoren, oder auch mit Programmsteuervorrichtungen elektrisch verbundenen und elektrische Impulse in auf die Formwandung, die Schicht, das Medium und/oder die Werkstoffe übertragene oder dort erzeugte magnetische Impulse oder Impulsfelder oder in elektrohydraulische Impulse umwandelnden, vorzugsweise gleichmäßig über die elastisch deformierbare Formwandung oder Schicht verteilte Wandler elektrischer Impulse in der Nähe der Wandung oder Schicht angeordnet oder an die Wandung oder Schicht gekoppelt sind oder, daß anstelle der genannten Impulswandler elektrohydraulische, hydraulische oder mechanische Impulserzeuger oder -wandler mit mindestens einer mit Übertragungsmedium gefüllten Kammer oder einer Flüssigkeitskammer verbunden sind, die oder deren Medium an die Wandung oder Schicht oder die Werkstoffe grenzt oder die als Wandung oder Schicht ausgebildet oder ein Teil davon ist, wobei insbesondere als hydraulische oder mechanische Impulserzeuger oder -wandler oder -überträger Flüssigkeitsdruckimpulse erzeugende (Kolben-) Pumpen, Hämmer hoher Schlagzahl, Vibratoren oder dergleichen, angeordnet sind.

Die Funktion der erfindungsgemäßen Einrichtung, die ohne mechanische Impulsübertragung arbeitet, ist folgende:

Die vorzugsweise über die gesamte elastisch deformierbare Formwandung oder die dünne Schicht verteilten Wandler elektrischer Impulse werden durch Spannungsquellen, Impulsgeneratoren oder vorzugsweise durch schnell entladbare Elektroenergiespeicher, insbesondere Kondensatoren, gespeist und wandeln diese

elektrischen Impulse in elektromagnetische oder in elektrohydraulische Impulse um. Auf diese Weise wird in dem hier z. B. als Magnetspule aufgebauten Wandler elektrischer Impulse ein elektromagnetisches Impulsfeld erzeugt, daß im Werkstoff der Formwandung oder der dünnen Schicht einen Wechselstrom induziert.

Ist der Wandler elektrischer Impulse als elektrohydraulischer Impulsgeber mit entsprechenden Elektroden ausgerüstet, erzeugt dieser in der an die Formwandung oder die dünne Schicht grenzenden Flüssigkeit Flüssigkeitsdruckimpulse bzw. elektrohydraulische Impulse.

Diese Impulse oder die Wechselwirkung zwischen primärem und induziertem Strom erzeugen in der Formwandung oder der dünnen Schicht periodische elastische Deformationen, also mechanische Schwingungen, wodurch die auf der Formwandung oder der dünnen Schicht befindlichen Werkstoffe in mechanische Schwingungen versetzt werden.

Dadurch wird zwischen den unterschiedliche Dichte aufweisenden Werkstoffen, insbesondere dem Verstärkungsmaterial und dem Bindemittel eine Relativbewegung erzeugt, die zur innigen Benetzung der Verstärkungsmaterialien durch die Bindemittel, zur blasenfreien innigen Verbindung dieser Werkstoffkomponenten miteinander und zur hohen Verdichtung der Werkstoffe insgesamt führt.

Dabei oder danach werden die Werkstoffe verfestigt, beispielsweise durch Überlagerung oder Nachschaltung von geeigneten elektromagnetischen Wellen, insbesondere durch ultraviolette Strahlen bei Verwendung von fotochemischen Aktivatoren für die Polymerisation.

Die besonderen Vorteile der Erfindung bestehen darin, die Herstellungseinrichtungen wesentlich leichter oder die Herstellungsformen wesentlich dünnwandiger zu machen, die Schwingungen elektrisch, elektronisch oder hydraulisch, insbesondere elektrohydraulisch zu erzeugen und/oder zu übertragen und den Energiebedarf bei Verringerung von Materialermüdungserscheinungen bei der elastischen Deformation wesentlich herabzusetzen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, auch großflächige Gegenstände relativ großer Dicke und komplizierter Gestalt und Oberflächenform völlig ohne das aufwendige Handlaminierverfahren herstellen zu können.

Die Erfindung beinhaltet einerseits die mechanische Schwingungsausübung auf die Formwandung; Formoberfläche bzw. auf eine in der Nähe der Formoberfläche befindliche Fläche bzw. Schicht und damit insbesondere die Herstellung von großflächigen, dünnwandigen Formkörpern und andererseits die Ausübung von Schallschwingungen, durch Schwingungen insbesondere oberhalb oder unterhalb des Bereiches der hörbaren Frequenzen, vorzugsweise Ultraschall, beispielsweise zwischen etwa 20 und 300 kHz und damit insbesondere die Herstellung von kleinen und großflächigen, vorzugsweise dickwandigen Formkörpern.

Es können auch beide Effekte miteinander kombiniert oder den Rüttelschwingungen Ultraschallschwingungen überlagert werden oder umgekehrt, außerdem können diesen Schwingungen elektromagnetische Wellen bzw. ultraviolette Strahlen überlagert oder nachgeschaltet werden, wodurch die Aushärtungsgeschwindigkeit erhöht wird.

Werden die Werkstoffkomponenten bzw. die Werkstoffe beispielsweise durch das Faser-, Harz-Spritzverfahren auf die Oberfläche der Formwandung oder der dünnen Schicht aufgebracht, z. B. zur Herstellung eines größeren Bootes, wird nach gleichmäßig dicker Beschichtung die erfindungsgemäße Einrichtung eingeschaltet und versetzt die Werkstoffe und die Formwandung und/oder die dünne Schicht, die z. B. als engmaschiges Stahlnetz ausgebildet ist und auf die Werkstoffoberfläche zum magnetischen Halten der Werkstoffe dient, vorübergehend in mechanische Schwingungen.

Die Werkstoffkomponenten, die Werkstoffe und/oder die Schichten, insbesondere die vorzugsweise aus ungesättigtem Polyesterharz bestehenden Bindemittel enthalten Härter und/oder Beschleuniger und/oder Aktivatoren für die normale oder die

fotochemische Härtung durch die genannten UV-Strahlen.

Nach Härtung kann der Gegenstand entformt werden.

Anstelle des Faser/Harzspritzens kann auch das Polyester und darauf die Glasmatten oder Glasgewebe auf oder in die Form gebracht werden. Auch können vorimprägnierte Matten in oder auf die Form gebracht werden.

Der besondere Vorteil der Erfindung besteht auch hierbei darin, daß gegenüber dem Handlaminierverfahren an Ecken und Kanten, die schwer mit dem Pinsel oder mit der Rolle zugänglich sind, nach dem erfindungsgemäßen Verfahren keine Lunker oder Luftbläschen im Laminat verbleiben, so daß von einem nahezu homogenen Form- bzw. Bootskörper oder dergleichen gesprochen werden kann.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: das Prinzip einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Herstellung von Formkörpern aus den genannten Materialien und Schichten,

Fig. 2: das Prinzip einer elektromagnetisch mechanische Impulse erzeugenden Einrichtung,

Fig. 3: das Prinzip einer Impulse eines Arbeitsmittels erzeugenden Einrichtung,

Fig. 4: ein Blockschaltbild des elektrischen Systems der erfindungsgemäßen Einrichtung, das sich zum Anlegen von Einzelimpulsen eignet,

Fig. 5: ein Blockschaltbild gem. Fig. 4 zum Anlegen von "Wellenpaketen",

Fig. 6: das Blockschaltbild gem. Fig. 4 mit einem angeschalteten Leistungsverstärker und Elektroenergiespeicher.

Gemäß Figur 1 sind in der Nähe der Formwandung 1 der Formoberfläche bzw. in der Nähe der Formoberfläche befindlichen Schicht der Herstellungsform 37 für die Formkörper oder dessen

Teile Wandler 2 elektrischer Impulse, die mechanische Impulse mittels eines elektromagnetischen Feldes erzeugen, angeordnet. Die Impulse des elektromagnetischen Feldes wirken auf die Formwandung 1 oder die Versteifungsrippen bzw. die Tragkonstruktion 36 der Herstellungsform 37 ein, wenn diese aus einer Metallschicht besteht. Dadurch wird auf die Formwandung 1 eine starke Krafteinwirkung (z. B. mittels ein oder mehr kW-Impulsen) (erzeugt z. B. durch einen Wechsel- oder Drehstromgenerator) ausgeübt, die elastische Deformationen der Formwandung bzw. eines Teiles dieser hervorruft.

Um Beschädigungen an einzelnen Stellen auszuschließen, erfolgt die Krafteinwirkung nicht in Form mechanischer Schläge auf die Formwandung 1 der Herstellungsform 37.

Die Wandler 2 elektrischer Impulse für die Erzeugung mechanischer Impulse mit Hilfe von Impulsen des elektromagnetischen Feldes sind mit einem elektrischen Impulsgenerator 3 zur Erzeugung elektrischer Impulse verbunden, der an das Netz 4 einer erforderlichen Spannungsquelle angeschlossen ist.

Der Impulsgenerator 3 weist einen Umformer 5, der über einen Gleichrichter 6 an einen die elektrischen Impulse formierenden Entlader 7 angeschlossen ist, sowie einen Schalter 8 auf. Zwischen dem Gleichrichter 6 und dem Entlader 7 ist ein Energiespeicher 9, hier ein Kondensator zur Herabsetzung der dem Netz zu entnehmenden Leistung, angeschaltet.

Der Entlader 7 ist mit dem Wandler 2 verbunden.

Zur Herstellung von großflächigen Formkörpern erhält die Formwandung 1 bzw. werden in deren Nähe vorteilhafterweise mehrere gleichzeitig arbeitende Wandler 2 angeordnet, dadurch erhöht sich der Energiebedarf entsprechend.

Eine ähnliche Wirkung kann auch ohne Erhöhung des Energiebedarfes dadurch erzielt werden, daß die Wandler mit dem Impulsgenerator nach dem Ablaufprinzip in Reihe geschaltet werden.

Figur 2 zeigt Wandler 2, die in Form von Drahtwindungen 10 ausgebildet sind. Die Drahtwindungen 10 sind durch einen Leiter 11 mit dem Impulsgenerator 3 verbunden. Die Drahtwindungen 10 können als Magnetspule ausgebildet sein.

Zur Verminderung magnetischer Feldverluste zwischen der Magnetspule und der Formwandung 1 soll der Spalt zwischen beiden in Übereinstimmung mit den Herstellungsbedingungen so klein wie möglich sein, wobei die Form der Magnetspule der Form der Formwandung völlig oder nahezu entsprechen soll.

Gemäß Figur 3 sind in der Nähe der Formwandung 1 in einem flüssigen Arbeitsmittel Impulse übertragende Wandler 2 angeordnet.

Dabei wirken Druckimpulse auf die Formwandung 1 ein, welche elastische Deformationen in der Formwandung hervorrufen.

Die die Druckimpulse im Arbeitsmittel erzeugenden Wandler 2 weisen eine mit nichtstromleitender Flüssigkeit 13 gefüllte Kammer 12 auf, in der Elektroden 14 und 15 im Abstand 16 voneinander angeordnet sind, wobei mindestens eine der Wandungen der Kammer an die Formwandung 1 grenzt oder ein Teil der Formwandung 1 ist. Die Elektroden 14 und 15 sind durch Leiter 17 und 18 an den Impulsgenerator 3 angeschlossen, der den Energiespeicher 9 aufweisen kann.

Bei einem Eindrahtsystem kann der Leiter 17 an Masse, d. h. an die Herstellungsform gelegt sein.

Die Durchführung der Elektrode 15 in die Kammer erfolgt mit Hilfe eines Durchführungsisolators 19.

Die Flüssigkeit 13 ist so gewählt, daß sie bei Funkenbildung nicht entflammt. Die Flüssigkeit 13 kann auf die Formwandung über elastische Zwischenmembranen oder über Wandungen einer elastischen Hülle, in die sie gefüllt sein kann, einwirken.

Als mit Flüssigkeit gefüllte Kammer kann die Formwandung 1 bzw. die Herstellungsform 37 selbst dienen, wenn sie eine entsprechende Form hat.

In der Nähe der Formwandung 1 können mehrere Kammern 12 angeordnet sein, die nacheinander oder gleichzeitig, ähnlich der im ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Einrichtung, Druckimpulse auf die Formwandung erzeugen können.

Die Wandler 2 erzeugen mechanische Impulse, die zur Erzielung eines maximalen Effektes, unter Berücksichtigung der Parameter der Herstellungsform und der Formkörper (z. B. Größe und Gestalt der Form 37, Dicke des Laminates usw.), errechnet werden können.

Zur Herabsetzung des Energiebedarfs ist eine möglichst kurze Impulsdauer erforderlich, die nicht ein Viertel der Eigenschwingungsperiode der Formkonstruktion und nicht 0,1 Sekunden überschreiten soll. Zur Steigerung der Impulseinwirkung muß der Impuls eine steile Front haben, wobei die Geschwindigkeit des Anwachsens eines Impulses größer als die Geschwindigkeit der Relaxation der in die Form 37 gebrachten Materialien bzw. Schichten, aber geringer als die kritische Schlaggeschwindigkeit des Materials der Form 36 sein muß, damit Beschädigungen der Formwandung 1 der Form 37 vermieden werden.

Die Amplitude eines Impulses muß so groß sein, daß die auf oder in die Form 37 gebrachten Materialien bzw. Schichten intensiv gerüttelt und/oder beschallt werden, aber die dabei in der Formwandung 1 bzw. der Versteifung 36 der Form 37 auftretenden Spannungen die Grenze der dynamischen Ermüdungsfestigkeit nicht übersteigen. Dabei sind auch alle von Belastungen der Formwandung 1 und Versteifungsrippen 36 der Herstellungsform 37 während der Benutzung hervorgerufenen Spannungen zu berücksichtigen.

Die Periode der Impulsfolge soll nicht geringer als die Eigenschwingungsperiode der Formkonstruktion sein. Deshalb tritt nach Beendigung eines Impulses eine Pause ein, deren Dauer länger als die Impulsdauer ist.

Im Sinne eines sparsamen mittleren Energiebedarfs ist die Dauer einer Pause so lang wie möglich, nämlich mindestens das Zehnfache der Dauer eines Impulses.

Die erfindungsgemäße Einrichtung arbeitet folgendermaßen: Nach Ein- oder Aufbringung der Formmaterialien und/oder Schichten auf oder in die Form 37 wird der Impulsgenerator 3 eingeschaltet, der die nach einem bestimmten Gesetz gebildeten elektrischen Impulse an die Wandler 2 sendet, die ihrerseits wieder mechanische Impulse mittels eines elektromagnetischen Feldes oder eines Arbeitsmitteldruckes erzeugen.

Wird ein elektrischer Impuls zu den Wandlern 2 gesendet, die Impulse mittels eines elektromagnetischen Feldes erzeugen und die die Form einer in der Nähe der Formwandung 1 angeordneten Magnetspule 10 haben, wird beim Anwachsen und Abfallen des Stromes ein elektromagnetisches Wechselfeld gebildet, welches im Material der Formwandung 1 einen Wechselstrom induziert. Die Wechselwirkung zwischen primären und induzierten Strom führt zu einer Verschiebung der Formwandung 1 in bezug auf die starr befestigte Magnetspule 10. Da durch den der Magnetspule 10 zugeführten Impuls das Anwachsen und Abfallen des Stromes im Verlauf eines kurzen Zeitraumes und mit sehr steiler Front erfolgt, erfolgt die Verschiebung der Formwandung 1 ebenfalls im Verlauf eines kurzen Zeitraumes und mit großer Geschwindigkeit.

Infolge der Elastizität der Formwandung pflanzt sich die Deformation von der Stelle ihrer Bildung durch die Magnetspule über die gesamte durch diese Magnetspule zu beeinflussende Zone der Formwandung fort (es bildet sich insbesondere bei zu erzeugenden dünnwandigen Formkörpern eine Welle der elastischen Deformation, die sich über die gesamte Formwandung fortpflanzt). Diese Welle der elastischen Deformation läßt das auf oder in die Form 37 gebrachte Material bzw. die Schichten aus Verstärkungs- und Kunststoffmaterial ineinanderschwimmen oder ineinander diffundieren, erzeugt somit einen sehr innigen Verbund,

benetzt das Verstärkungsmaterial mit dem Kunststoff und füllt alle Lunker und Hohlräume im Laminat aus.

Wird ein elektrischer Impuls an die Druckimpulse erzeugenden Wandler 2 gesendet, welche die Form einer in der Nähe der Formwandung 1 angeordneten und mit nichtstromleitender Flüssigkeit gefüllten Kammer 12 mit Elektroden 14 und 15 haben, springt ein Funke über, wodurch ein Druckimpuls im Arbeitsmittel erzeugt wird, der an die Formwandung 1 weitergeleitet wird. Infolge der Elastizität der Formwandung 1 pflanzt sich die Deformation von der Stelle ihrer Bildung über die gesamte Formwandung fort. Dadurch wird der Formkörper, wie oben gesagt, hergestellt bzw. die Verstärkungsmaterialien mit dem ungesättigten Polyester vollständig benetzt.

Gemäß Figur 4 sind ebenfalls nahe der Formwandung 1 Impulswandler 2 angeordnet, die elektrische Impulse in mechanische umwandeln. Als solche Impulswandler 2 kommen die genannten Magnetinduktoren in Frage. Jedem Magnetinduktor ist ein Schalter 20 vorgeschaltet. Als Schalter 20 kann eine steuerbare Diode in Anwendung kommen.

Der Ausgang des Schalters 20 ist mit dem Magnetinduktor 2 gekoppelt, während der eine Eingang des genannten Schalters mit einem Elektroenergiespeicher, beispielsweise einem Kondensator 21 und der zweite mit einem Programmkommutator 22 gekoppelt ist. Der Kondensator 21 und der Programmkommutator 22 sind an den Speiseteil 23 angeschlossen. Dieser Teil ist über den Schalter 24 an das vorhandene Netz 25 angeschlossen.

Ein nach dieser Schaltung ausgeführtes elektrisches System leitet den Magnetinduktoren nacheinander nur Einzelimpulse zu.

Zur Ausbildung eines "Wellenpaketes"; das auf den Umwandler elektrischer Schwingungen in mechanische Schwingungen geliefert wird, kann das System nach der in der Fig. 5 dargestellten Schaltung ausgeführt werden.

Als Wandler kommen hierbei insbesondere magnetostriktive Schwinger 26 in Frage, die an der Innenseite der Formwandung 1 angebracht werden.

Jedem magnetostruktiven Schwinger 26 ist ein Schalter 27 vorgeschaltet, dessen Ausgang mit dem magnetostruktiven Schwinger 26, dessen einer Eingang mit einem Modulator 28 und dessen zweiter Eingang mit einem Programmkommutator 29 verbunden ist.

Der Modulator 28 ist seinerseits mit einem Eingang an den Elektroschwingungsgenerator 30 und mit dem zweiten Eingang an einen Impulsgenerator 31 angeschlossen, der periodisch Rechteckimpulse dem genannten Modulator 28 liefert.

Der Elektroschwingungsgenerator 30, der Impulsgenerator 31 und der Programmkommutator 29 sind mit einem Speiseteil 32 verbunden, der seinerseits über den Schalter 24 ans Netz 25 angeschlossen ist. Nötigenfalls kann zwischen jedem magnetostruktiven Schwinger 26 und Schalter 27 ein Leistungsverstärker 33 (Figur 6) geschaltet werden.

Der eine Eingang des genannten Leistungsverstärkers wird über den Programmkommutator 29 (Figur 6) an den Modulator 28 und der zweite Eingang an den Ausgang des Schalters 27 angeschlossen, der mit einem Eingang dem Elektroenergiespeicher, beispielsweise einem über den Programmkommutator 29 an den Speiseteil 32 angeschlossenem Elektroenergiespeicher in Form eines Kondensators 34 und mit dem zweiten Eingang dem Impuls-generator 31 zugeschaltet ist.

Das elektrische System zur Herstellung von faserverstärkten Werkstoffen, vorzugsweise glasfaserverstärkter Plaste arbeitet wie folgt:

Zur Ausübung von Schwingungen auf die Formwandung 1 wird bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 der Speiseteil 23 mittels des Schalters 24 an das Netz manuell oder automatisch angeschlossen.

Der genannte Speiseteil lädt den Kondensator 21 bis auf eine vorgegebene Spannung auf und liefert gleichfalls Spannung an den Programmkommutator 22. Bei geöffnetem Schalter 20 entlädt sich der Kondensator 21 auf den Magnetinduktor 2.

Der Programmkommutator 22 öffnet den entsprechenden Schalter 20 für die Entladezeit des Kondensators 21. Nach einer zum Aufladen des Kondensators 21 erforderlichen Pause öffnet der Programmkommutator 22 den nächsten Schalter. So werden die Schalter 20 abwechselnd für die Entladezeit geöffnet und für die Aufladezeit des Kondensators 21 gesperrt.

Der Magnetinduktor 2 wandelt einen vom Kondensator eingetroffenen Einzelimpuls in eine mechanische Bewegung der Formwandung 1 um, wodurch die genannte Herstellung bzw. Benetzung der Verstärkungsmaterialien mit dem Harz erfolgt.

Gemäß Figur 5 ist die Funktion des elektrischen Systems bei der Lieferung eines "Wellenpaketes" wie folgt:

Zur Herstellung der Formkörper wird mittels des Schalters 24 der Speiseteil 32 ans Netz bzw. eine Speisespannungsquelle 25 manuell oder automatisch angeschaltet. Der genannte Speiseteil liefert die erforderlichen Stromarten: einen Gleichstrom erforderlicher Spannung und einen Wechselstrom niedriger Frequenz.

Der Elektroschwingungsgenerator 30 liefert einen Strom vorgegebener Frequenz und erforderlicher Spannung. Der Impuls-generator 31 liefert periodisch Rechteckimpulse auf den Modulator 28.

Wenn der Modulator 28 einen Rechteckimpuls erhält, läßt er eine Folge von Stromschwingungen (ein "Wellenpaket") durch, und während der Pause zwischen den Rechteckimpulsen unterbricht er den Stromkreis für den Generator 30. Die weitere Funktion entspricht der bei Figur 4 beschriebenen Einrichtung.

Gemäß Figur 6 besitzt der Programmkommutator 29 drei Kanäle und schaltet diese Kanäle der Reihe nach an den entsprechenden magnetostriktiven Schwinger 26 oder an eine Gruppe von

Schwingern, wobei in der Figur 6 eine abwechselnde Schaltung an jedes Paar bzw. Doppelpaar von magnetostriktiven Schwingern gezeigt ist.

In dem durch den Programmkommutator 29 angeschalteten Schwinger 26 wird der Kondensator 34 ununterbrochen durch einen Gleichstrom aufgeladen und während der Lieferung eines Rechteckimpulses vom Impulsgenerator 31 über den Schalter 27 entladen.

Der Leistungsverstärker 33 liefert, indem er gleichzeitig mit der Impulsgabe einen starken Strom von dem sich entladenden Kondensator 34 und ein "Wellenpaket" vom Modulator 28 erhält, ein leistungsstarkes "Wellenpaket" auf den magnetostriktiven Schwinger 26. Der letztere wandelt das "Paket" elektrischer Schwingungen in ein "Paket" von mechanischen Schwingungen der Formwandung 1 um, wodurch die genannte Herstellung der Formkörper erfolgt.

In Figur 6 ist eine zweiteilige Form 37 gezeigt. In beide Formhälften sind faserverstärkte Kunststoffe (flüssiges Harz und Glasfasern, z. B. durch das Faserharzspritzverfahren) eingebracht. Danach werden beide Formhälften zusammengebracht und den genannten Schwingungen usw. ausgesetzt.

Zur Ergänzung sei ausgesagt, daß die Formwandung 1 und/oder die verstärkten Kunststoffe oder dergleichen Ausgangsmaterialien in die genannten mechanischen und/oder Ultraschallschwingungen, jedoch geringer Amplitude versetzt werden, wobei diese Materialien und/oder Schichten zu einem fast homogenen oder homogenen (bei Ultraschall) Formkörper durchgeführt werden.

Je nach Anwendung, erforderlicher Form, Größe und Wanddicke der zu erzeugenden Formkörper können die Schwinger ausgewählt werden.

Es können mechanisch betätigte Hämmer eines Hammerwerkes, Nocken, beispielsweise umlaufende Nocken, elektrische Vibratoren, mit Gleich- oder Wechselstrom gespeist, sonstige Stoß-

wellen oder Stoßimpulse erzeugende Geber bzw. Schwinger sein. Auch kommen hydraulische Schwingungserzeuger infrage, die mittels eines Arbeitsmitteldruckes, z. B. durch eine stoßweise arbeitende und mit mindestens einer Flüssigkeitskammer ausgerüstete Kolbenpumpe, die Stoßimpulse erzeugt, wobei mindestens eine Kammerwand an der Formwandung 1 oder dergleichen anliegt oder selbst ein Teil dieser Formwandung ist.

Auch können die bereits genannten Schwinger oder Wandler 2, die an der Formwandung ein elektromagnetisches Impulsfeld und damit mechanische Impulse erzeugt, verwendet werden.

Diese Schwinger oder Wandler 2 können auch magnetostriktive Schwinger oder Schallgeber sein, beispielsweise Schwinger für etwa 20 kHz mit Wasserkühlung, bei einer Leistungsdichte von unter oder über 10 Watt/cm<sup>2</sup>.

Verwendet können auch an die Formwandung oder die Versteifungsrippen 36 angelötete Plattenschwinger oder angekittete keramische Verbundschwinger, z. B. aus Aluminium und Piezokeramik für z. B. 40 kHz oder auch Bariumtitanat oder Bleizirkonat- oder dergleichen Schwinger.

Vorteilhafterweise benutzt man sehr robuste, temperaturbeständige Schwinger aus magnetostriktiven Werkstoffen bzw. Blechen (Nickel, Eisen-Kobalt-Nickellegierungen).

Die magnetostriktiven Schwinger haben eine hohe Lebensdauer und vertragen auch Temperaturen von mehreren hundert Grad C, die stromdurchflossene Spule kann hierbei mit Polytetrafluoräthylen (Teflon) isoliert bzw. beschichtet werden, insbesondere wenn das aus chemischen Gründen erforderlich ist.

Solche Schwinger können direkt auf die auf oder in die Herstellungsform gebrachten Materialien abstrahlen oder über eine Kammer oder eine Platte aus nichtrostendem Stahl, mit der sie durch eine unbedingt haltbare Lötung verbunden sind.

Bei der Herstellung von Formen sollte davon ausgegangen werden, daß die Schwinger möglichst gleichmäßig über die gesamte Formoberfläche verteilt sind, insbesondere sollte dabei die Formgröße und Oberflächenform des zu erzeugenden Formkörpers und damit der Form Berücksichtigung finden.

Man kann errechnen, welche und wieviel Schwinger mit welcher Leistungsdichte für einen zu erzeugenden Formkörper erforderlich sind.

Besteht insbesondere die Herstellungsform aus Metall, z. B. Aluminium, so ist es vorteilhaft, wenn die auf der Rückseite der Formoberfläche angebrachten Versteifungsrippen bzw. die Tragkonstruktion 36 oder mindestens ein Teil davon aus magnetostruktivem Werkstoff bestehen bzw. besteht, in die Aussparungen eingebracht werden. In die Aussparungen können Spulen eingebracht bzw. eingewickelt und diese dann mit elektrischem Schwingungserzeugern verbunden werden. Auf diese Weise erzeugt man eine "magnetostruktive Herstellungsform" 37.

Für einige Anwendungsfälle, insbesondere bei der Herstellung von dickwandigen Formkörpern sollten insbesondere die Ultraschallgeber, Schwinger oder Wandler die Formwandung durch Ultraschall erregen und erforderlichenfalls sollten die auf die oder in die Form gebrachten Materialien insbesondere faserverstärkte Duroplaste durch Bestrahlung beschallen, wobei ggf. auch hierbei gleichzeitig oder später eine andere Strahlung, z. B. elektromagnetische Wellen zur Anwendung gelangt.

Das Verfahren zur Herstellung von Formkörpern wird dadurch besonders technisch und ökonomisch günstig, wenn zuerst eine Positivform aus Gips oder billigen, unbrennbaren Materialien hergestellt wird, die dabei oder danach mit relativ tiefen und schmalen, als spätere Versteifungsrippen oder Tragkonstruktion dienende Aussparungen in Längs- und/oder Querrichtung oder in einem Winkel dazwischen, in gleichen oder ungleichen Abständen, vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche der Formwandung versehen wird, wonach in diese Aussparungen

und auf die gesamte Formoberfläche Metall, beispielsweise ein magnetostriktives Metall in flüssiger, pulverförmiger, pastöser oder granulierter Form oder dergleichen, beispielsweise durch gießen, spritzen, auf galvanischem Wege oder dergleichen, ggf. mit Bindemittel vermischt, aufgebracht, danach die genannte Positivform entfernt und auf diese so erzeugte Metallform, d. h. auf die Rückseite der Formwandung 1 und/oder auf die Versteifungsrippen oder die Tragkonstruktion 36 oder in oder zwischen diese die genannten Schwinger, Ultraschallgeber oder Wandler 2 oder Spulen bei magnetostriktivem Metall, gebracht und direkt oder indirekt, z. B. über Zwischenglieder, wie die genannten Kammern oder dergleichen verbunden werden.

WP B 32 b / 178 132

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

- 1 . Verfahren zur Herstellung von Gegenständen aus faserverstärkten Werkstoffen, insbesondere aus Schichten aus faserverstärkten Kunststoffen und anderen Werkstoffen auch unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung und/oder Dichte, bei dem die Werkstoffe in der jeweils erforderlichen Zusammensetzung, Form, Menge und Zeiteinheit den einzelnen Herstellungsstufen bzw. -vorrichtungen zugeführt und dort be- bzw. verarbeitet werden, wobei die mit Härter und/oder Beschleuniger und/oder Aktivatoren bzw. Sensibilisatoren und/oder Thixotropiermitteln oder dergleichen gemischten Werkstoffe und/oder die Schichten auf unbewegte oder bewegte bzw. transportierte oder gedrehte Oberflächen von Unterlagen, Kernen oder Herstellungsformen oder in diese gebracht werden und die Formung und/oder Tränkung und Benetzung, insbesondere der Verstärkungsmaterialien mit den vorzugsweise aus ungesättigten Polyester- oder aus Epoxidharzen bestehenden Bindemitteln und ihre blasenfreie Verdichtung und Ausrichtung durch auf diese Werkstoffe periodisch übertragene kinetische Energie, vorzugsweise in Form von mechanischen Schwingungen, mit gleichzeitiger oder anschließender Formung und/oder Verfestigung, vorzugsweise durch Energiezufuhr, insbesondere durch geeignete elektromagnetische Wellen, durchgeführt wird, nach Patent 154 243 gekennzeichnet dadurch, daß zur genannten Übertragung kinetischer Energie auf die Werkstoffe ein Teil oder die gesamte elastisch deformierbare Formwandung der Herstellungsform und/oder eine in der Nähe der Formoberfläche befindliche, elastisch deformierbare, gegebenenfalls aus Metall bestehende Schicht durch mehrere vorzugsweise zentral ge-

speiste und gleichmäßig über die Formwandung oder Schicht verteilte Wandler elektrischer Impulse oder durch an die Formwandung oder Schicht grenzende Impulsübertragungsmedien mit innerer Impulserzeugung oder äußerer Impulseinwirkung periodisch elastisch deformiert wird.

2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die in mindestens einer Richtung direkt auf eine gespannte Flüssigkeit ausgeübten mechanischen Schwingungen oder Stoßimpulse mit Hilfe der Flüssigkeit in mehrere Richtungen derart übertragen werden, daß diese jeweils senkrecht auf die Flüssigkeits- und/oder Werkstoffoberfläche und/oder die Rückseite der Oberfläche der Herstellungsform und/oder auf eine in der Nähe der Oberfläche befindliche dünne Schicht auftreffen und auf diese Weise die Herstellungsform bzw. ihre Oberfläche und/oder die Werkstoffe und/oder druck- oder stoßweise erregen.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die elektrischen Impulswandler an der oder in der Formwandung oder Schicht mindestens ein elektromagnetisches Impulsfeld erzeugen, das die Formwandung oder Schicht periodisch belastet oder elastisch deformiert und somit die Werkstoffe in mechanische Schwingungen versetzt, gegebenenfalls die Speisung der Impulswandler über zwischengeschaltete Elektroenergiespeicher bzw. Kondensatoren durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die hydraulische Impulsübertragung dadurch erfolgt, daß der elektrische Impulswandler die elektrohydraulischen bzw. die Flüssigkeitsdruckimpulse in mindestens einer Kammer erzeugt oder auf eine solche überträgt, gegebenenfalls mindestens eine der Kammerwandungen die Formwandung oder Schicht oder ein Teil davon ist.

5. Verfahren nach Punkt 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß insbesondere bei hydraulischer oder elektrohydraulischer Impulsübertragung die Flüssigkeit auf die Formwandung oder die Schicht bzw. die Werkstoffe über elastische Zwischenmembranen oder über Wandungen einer elastischen Hülle, in die die Flüssigkeit gefüllt ist, einwirkt.
6. Verfahren nach Punkt 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß durch in oder auf die Werkstoffe, insbesondere in die flüssigen Kunststoffe bzw. die Bindemittel gebrachte metallische, magnetische oder magnetisierbare kleine Gegenstände oder ein entsprechendes engmaschiges Netz und/oder durch teilweise oder ganz aus Metall bestehende Verstärkungsmaterialien wirkende magnetische Felder bzw. elektromagnetische Impulsfelder die Werkstoffe in mechanische Schwingungen versetzt und/oder gehalten werden.
7. Verfahren zur Herstellung von Gegenständen aus faserverstärkten Werkstoffen, insbesondere aus Schichten aus faserverstärkten Kunststoffen und anderen Werkstoffen auch unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung und/oder Dichte, vorzugsweise aus glasfaserverstärkten ungesättigten Polyesterern oder Epoxidharzen, gekennzeichnet dadurch, daß zuerst eine Positivform aus Gips oder billigem, vorzugsweise unbrennbarem Material hergestellt wird, die dabei oder danach mit relativ tiefen und schmalen, als spätere Versteifungsrippen oder Tragkonstruktion dienende Aussparungen in Längs- und/oder Querrichtungen oder in einem Winkel dazwischen, in gleichen oder ungleichen Abständen, vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche der Formwandung vorgesehen wird, wonach in diese Aussparungen und auf die gesamte Formoberfläche Metall, beispielsweise ein magnetostriktiver Werkstoff in flüssiger, pulverförmiger, pastöser oder granulierter Form oder dergleichen, ggf. mit Bindemitteln ver-

mischt, aufgebracht, danach die genannte Positivform entfernt und auf diese so erzeugte Metallform, d.h. auf die Rückseite der Formwandung und/oder auf die Versteifungsrippen oder die Tragkonstruktion oder in oder zwischen diese die genannten Schwinger, Ultraschallgeber oder Wandler oder Spulen bei magnetostriktivem Metall, gebracht und direkt oder indirekt, z. B. über Zwischenglieder, wie z.B. die genannten Kammern oder dergleichen verbunden werden, wonach<sup>n</sup> die genannte Herstellungsform der Faserwerkstoff und der flüssige Kunststoff in der erforderlichen Zusammensetzung auf- oder eingebracht und dann die elektrische Einrichtung eingeschaltet wird.

8. Verfahren nach Punkt 1 bis 7, gekennzeichnet dadurch, daß den genannten mechanischen Schwingungen Ultraschallschwingungen überlagert oder nachgeschaltet werden oder umgekehrt, wobei ggf. diesen Schwingungen elektromagnetische Wellen, insbesondere ultraviolette Strahlen überlagert oder nachgeschaltet werden.
9. Verfahren nach Punkt 1 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Schwingungserzeugung mechanisch, hydraulisch, elektrohydraulisch, magnetisch, elektromagnetisch und/oder elektrisch und die Umwandlung und/oder Übertragung der erzeugten Schwingungen auf die Formkörperausgangsmaterialien, den entstehenden Formkörper, insbesondere den noch nicht ausgehärteten Formkörper und/oder zur Bewegung bzw. elastischen Deformation eines Teiles oder der gesamten Oberfläche der Herstellungsform bzw. einer in der Nähe der Formoberfläche befindlichen Schicht, insbesondere beide aus Metall, zur Herstellung und/oder Aushärtung, mechanisch, hydraulisch, elektrohydraulisch, magnetisch, elektromagnetisch und/oder elektrisch, insbesondere durch mindestens ein Impulsfeld aus Impulsen von kurzer Dauer und hoher Steilheit durchgeführt wird.

10. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß die mit Spannungsquellen (4;25) oder Impulsgeneratoren (3) oder vorzugsweise mit schnell entladbaren Elektroenergiespeichern (9), insbesondere Kondensatoren, oder auch mit Programmsteuervorrichtungen (22;29) elektrisch verbundenen und elektrische Impulse in auf die Formwandung (1), die dünne Schicht, das Medium (13) und/oder die Werkstoffe (35) übertragene oder dort erzeugte magnetische Impulse oder Impulsfelder oder in elektrohydraulische Impulse umwandelnden, vorzugsweise gleichmäßig über die elastisch deformierbare Formwandung (1) oder Schicht verteilte Wandler elektrischer Impulse (2) in der Nähe der Wandung (1) oder dünnen Schicht angeordnet oder an die Wandung (1) oder Schicht gekoppelt sind oder daß anstelle der genannten Impulswandler (2) elektrohydraulische, hydraulische oder mechanische Impulserzeuger oder -wandler (2) mit mindestens einer mit Übertragungsmedium (13) gefüllten Kammer oder einer Flüssigkeitskammer (12) verbunden sind, die oder deren Medium (13) an die Wandung (1), der Schicht oder die Werkstoffe (35) grenzt, oder die als Wandung (1) oder Schicht ausgebildet oder ein Teil davon ist, wobei insbesondere als hydraulische oder mechanische Impulserzeuger oder -wandler oder -übertrager (2) Flüssigkeitsdruckimpulse erzeugende (Kolben-) Pumpen, Hämmer hoher Schlagzahl, Vibratoren oder dergleichen, angeordnet sind.
11. Einrichtung nach Punkt 10, gekennzeichnet dadurch, daß mindestens ein Wandler (2) elektrischer Impulse bzw. ein elektrischer Impulswandler in Wanddeformationen bzw. an oder in der Nähe der Formwandung oder Schicht (1) angeordnet und mit einem elektrischen Impulsgenerator (3) verbunden ist, der vorzugsweise kurze elektrische Impulse, insbesondere mit einer Dauer von weniger als 0,1 sec. erzeugt, die in Zeitintervallen aufeinander folgen, die

die vorzugsweise länger, insbesondere wenigstens zehnmal länger als die Dauer der Impulse sind, und daß der Impuls-generator (3) mit einem Energiespeicher (9) gekoppelt ist, der zur Erzeugung einer Impulsleistung, die die Leistung einer Energiequelle (20) um ein Mehr- oder Vielfaches übertrifft, in den Zeitintervallen zwischen den Impulsen Energie der Energiequelle speichert.

12. Einrichtung nach Punkt 10 und 11, gekennzeichnet dadurch, daß ein elektrischer Speiseteil (23) über mindestens einen schnell entladbaren Elektroenergiespeicher (21) mit formwandungs- bzw. schichtnahen Umwandlern elektrischer Impulse (2) in mechanische Impulse gekoppelt ist, wobei jedem Impulswandler (2) ein Schalter (20) insbesondere in Form einer Halbleiterdiode vorgeschaltet ist, deren einer Eingang mit dem einzigen Ausgang des Elektroenergiespeichers (21) und deren anderer Eingang mit einem dem Speiseteil (23) zugeschalteten Programmkommutator (22) verbunden ist, und der Programmkommutator (22) die Öffnung eines der Schalter (20) für den Impulsdurchgang an den zugehörigen Impulswandler (2) lediglich für die Entladezeit des Elektroenergiespeichers (21) und die anschließende Öffnung eines nächsten Schalters (20) erst nach der Ladezeit des Elektroenergiespeichers (21) zuläßt.
13. Einrichtung zur Herstellung von Gegenständen aus faserverstärkten Werkstoffen, vorzugsweise aus Schichten aus faserverstärkten Kunststoffen und anderen Werkstoffen auch unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung und/oder Dichte, insbesondere aus glasfaserverstärkten ungesättigten Polyestern oder Epoxidharzen, gegebenenfalls nach mindestens einem der vorgenannten Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß ein elektrischer Speiseteil (32) über einen Generator (31) für Elektroschwingungen oberhalb oder unterhalb der Hörschwelle mit der Herstellungsform (37) oder Schicht formwandungs- bzw. schichtnahen Umwandlern bzw. Wandlern (26)

elektrischer Schwingungen in mechanische Schwingungen gekoppelt ist, wobei jedem Wandler (26) ein Schalter (27) in Form einer Elektronenröhre, eines Transistors oder Thyristors vorgeschaltet ist, deren einer Eingang mit dem einzigen Ausgang des Elektroschwingengenerators (30) über einen einzigen, diesem nachgeschalteten Impulsmodulator (28) für die Wirkzeit der Elektroschwingungen, der von den Impulsen eines dem Speiseteil (32) zugeschalteten Impulsgenerator (31) gesteuert wird, und deren anderer Eingang mit einem dem Speiseteil (32) zugeschalteten Programmkommutator (29) verbunden ist, und der Programmkommutator (29) die Öffnung eines der Schaltung (27) für den Durchgang der Elektroschwingungen an den zugehörigen Wandler (26) lediglich für die Dauer der Impulsabgabe des Impulsgenerators (31) und die anschließende Öffnung eines nächsten Schalters (27) erst nach dem Aufbau eines neuen Impulses im Impulsgenerator (31) zuläßt.

14. Einrichtung nach Punkt 10 bis 13, gekennzeichnet dadurch, daß jedem Wandler (26) ein Leistungsverstärker (33) vorgeschaltet ist, dessen einer Eingang über den Programmkommutator (29) mit dem Impulsmodulator (28) und dessen zweiter Eingang mit einem der Schalter (27) verbunden ist, deren einer Eingang jeweils über einen Elektroenergiespeicher (34) und den Programmkommutator (29) mit dem Speiseteil (32) und dessen anderer Eingang ebenfalls über den Programmkommutator (29) mit dem Impulsgenerator (31) gekoppelt ist.

15. Einrichtung nach Punkt 10 bis 14, gekennzeichnet dadurch, daß mindestens ein Teil der, ggf. auch die gesamte Formwandung bzw. Formoberfläche bzw. genannte Schicht (1) der Herstellungsform (37) und/oder die oder mindestens ein Teil der Versteifungsrippen oder -profile oder der Tragkonstruktion (36) der Herstellungsform (37) aus magneto-

striktivem Werkstoff hergestellt und mit an einen elektrischen Schwingungserzeuger bzw. Impulswandler angeschlossenen Spulen ausgerüstet ist.

16. Einrichtung nach Punkt 10 bis 15, gekennzeichnet dadurch, daß die Wandler (2) bzw. 26) mit dem Impulsgenerator (3 bzw. 31) nach dem Ablaufprinzip in Reihe geschaltet sind (beispielsweise nach einem festverschalteten Programm).

17. Einrichtung nach Punkt 10 bis 16, gekennzeichnet dadurch, daß die genannten Wandler zur Übertragung von Ultraschallenergie aufgebaut sind, insbesondere als magnetostriktive Schwinger, denen Strahler zur Übertragung elektromagnetischer Wellen bei- oder nachgeordnet sind.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Fig. 1

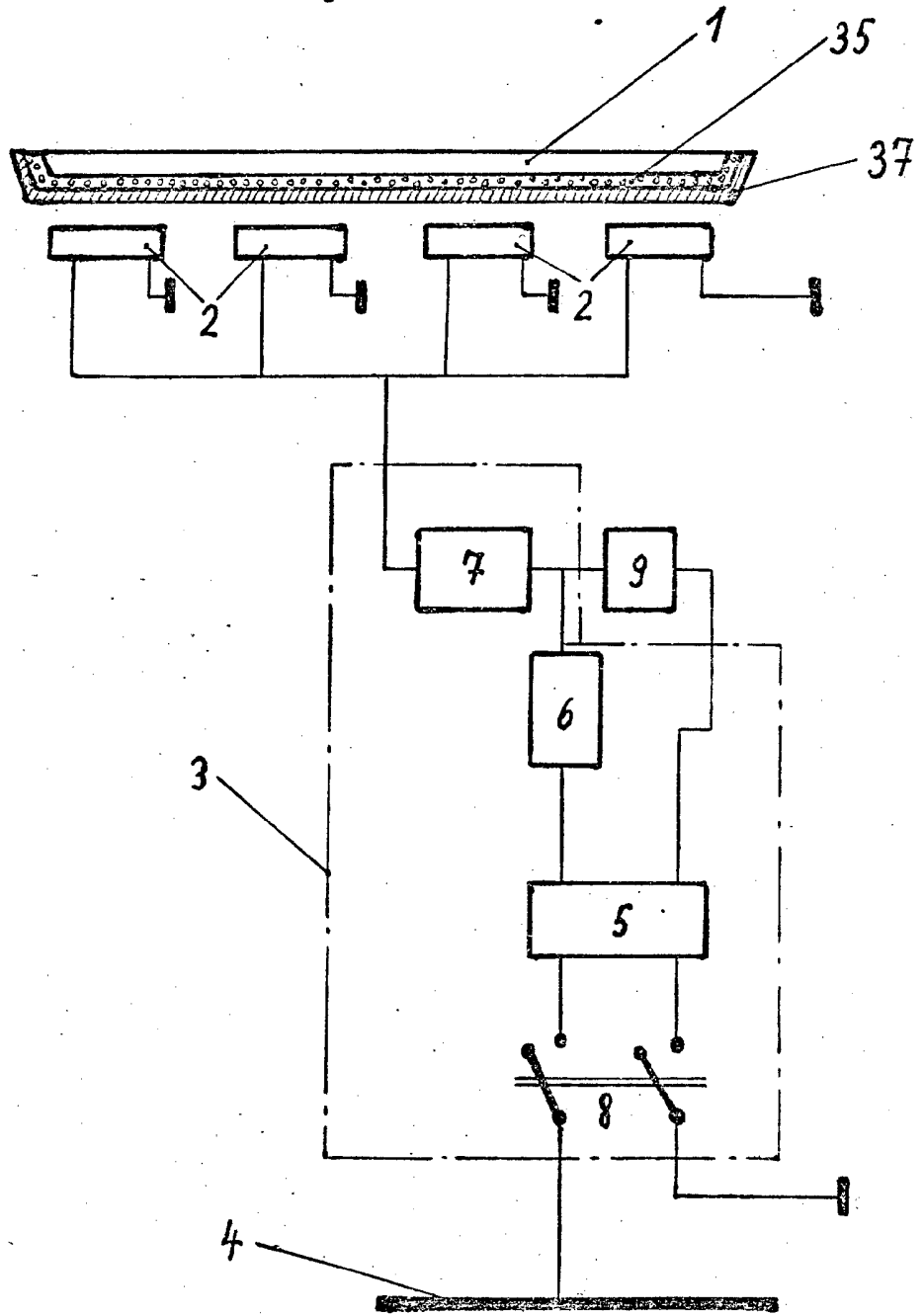


Fig. 2

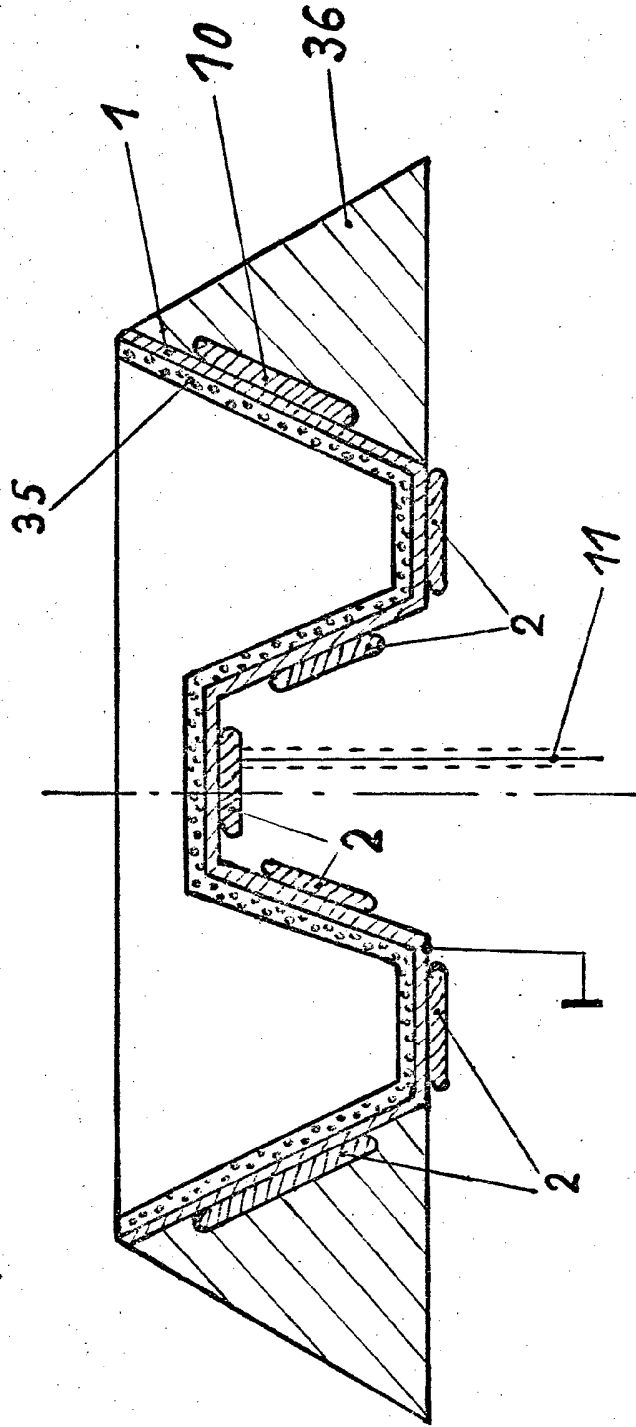


Fig. 3

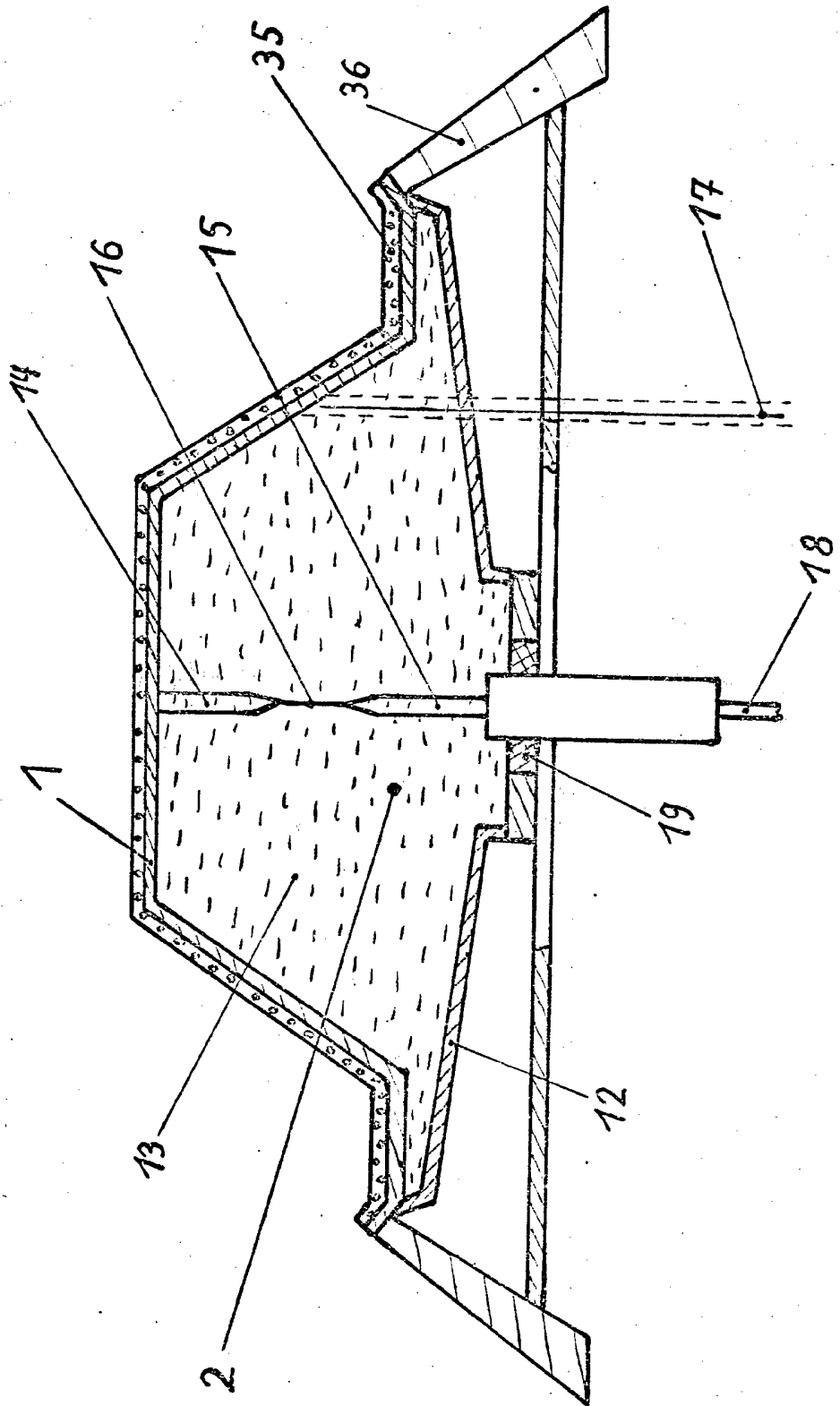


Fig. 4

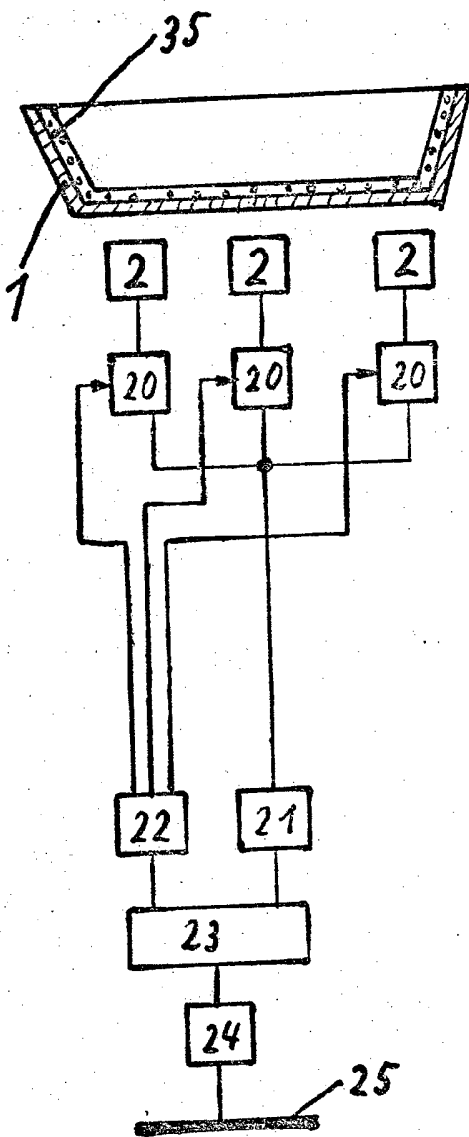


Fig. 5

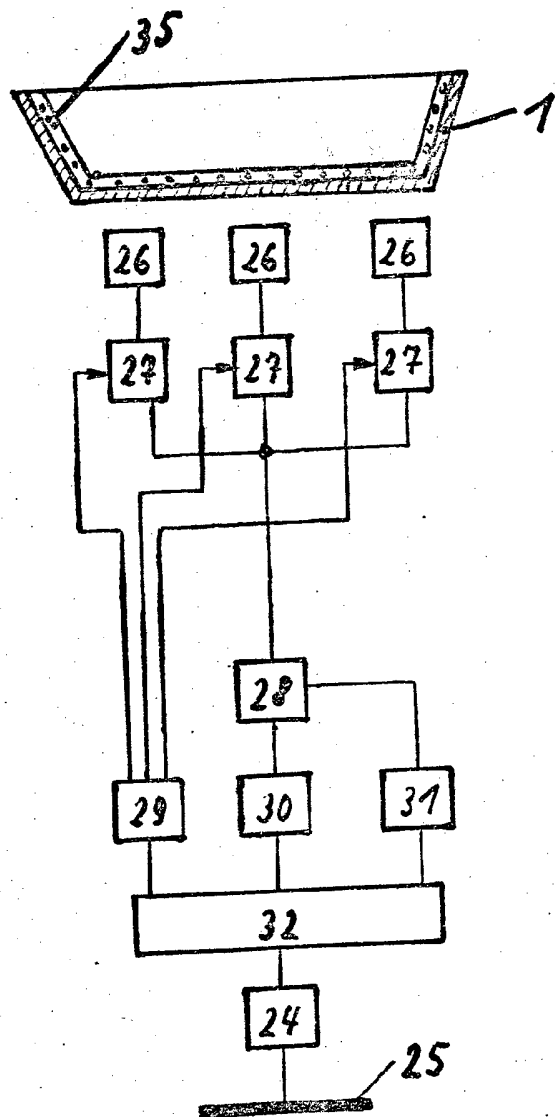


Fig. 6

