

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 137/2019 (51) Int. Cl.: **B28B 1/14** (2006.01)
 (22) Anmeldetag: 25.11.2019
 (24) Beginn der Schutzdauer: 15.04.2020
 (45) Veröffentlicht am: 15.04.2020

	(73) Gebrauchsmusterinhaber: RIB SAA Software Engineering GmbH 1100 Wien (AT)
	(74) Vertreter: Patentanwalt Mikšovsky KG 2100 Korneuburg (AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Fertigteilelements, Schalungselement hierfür sowie dadurch hergestelltes Fertigteilelement**

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Fertigteilelements, insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien, umfassend die folgenden Schritte:
 Bereitstellen einer Form (1) zur Ausbildung des Fertigteilelements,
 Ausbilden wenigstens eines Schalungselementes (5), insbesondere für eine herzustellende Aussparung bzw. Öffnung in dem Fertigteilelement,
 Anordnen des Schalungselementes (5) in der Form zur Ausbildung des Fertigteilelements,
 Einbringen des Materials in die Form (1) zur Herstellung des Fertigteilelements und Aushärten des Materials,
 ist vorgesehen, dass das Schalungselement (5) wenigstens teilweise durch einen 3D Druck hergestellt wird.
 Weiters werden ein Schalungselement sowie ein dadurch hergestelltes Fertigteilelement zur Verfügung gestellt, wobei durch einen Einsatz von durch 3D Druck hergestellten Elementen der Aufwand für die Herstellung eines derartigen Fertigteilelements entsprechend reduziert werden kann.

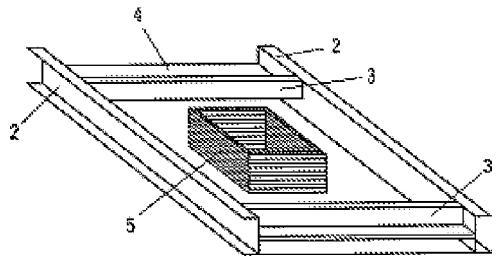


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Fertigteilelements, insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien, umfassend die folgenden Schritte:

[0002] Bereitstellen einer Form zur Ausbildung des Fertigteilelements,

[0003] Ausbilden wenigstens eines Schalungselements, insbesondere für eine herzustellende Aussparung bzw. Öffnung in dem Fertigteilelement,

[0004] Anordnen des Schalungselements in der Form zur Ausbildung des Fertigteilelements,

[0005] Einbringen des Materials in die Form zur Herstellung des Fertigteilelements und Aushärten des Materials.

[0006] Die vorliegende Erfindung bezieht sich darüber hinaus auf ein Schalungselement insbesondere zur Herstellung einer Aussparung bzw. Öffnung in einem insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien bestehenden Fertigteilelement, als auch auf ein durch ein derartiges Verfahren oder einen Einsatz eines derartigen Schalungselements hergestelltes Fertigteilelement, insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien.

[0007] Im Zusammenhang mit einer Herstellung eines Fertigteilelements, insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien werden in der Betonfertigteilindustrie meist automatisch oder manuell Formen oder Schalungsteile für eine Herstellung eines derartigen Fertigteilelements aus üblicherweise wiederverwertbaren metallischen Teilen oder Holzteilen hergestellt. Da derartige metallische Schalungen oder auch Holzteile bzw. Schaltungstafeln üblicherweise nicht in allen möglichen Längen und Formen verfügbar sind, um eine an die Abmessungen des Fertigteilelements angepasste, fertige Schalung herzustellen, werden derartige Schalungen oder Formen beispielsweise durch Reststücke aus anderen Materialien, wie beispielsweise Holz, Kunststoff, Styropor oder dgl. verschlossen. Zusätzlich müssen üblicherweise Aussparungen bzw. Öffnungen in dem herzustellenden Fertigteilelement vorgesehen werden, so dass für derartige Aussparungen bzw. Öffnungen vor einem Verfüllen zusätzliche Schaltungselemente bzw. Schalungsteile in einer Form eingebaut werden müssen. Während bei der Herstellung eines Fertigteilelements üblicherweise die zur Bereitstellung einer Form verwendeten Teile bzw. Schalungsteile am Außenumfang nach einem Aushärten des Fertigteilelements entfernt und üblicherweise wiederverwendet werden können, besteht insbesondere bei Schaltungselementen zur Ausbildung einer Aussparung bzw. Öffnung im Fertigteilelement das Problem, dass derartige Schalungsteile nach Fertigstellung des Fertigteilelements aufwendig entfernt und üblicherweise einem teuren Recyclingprozess unterworfen werden müssen.

[0008] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, ausgehend von einem Verfahren bzw. Schaltungselement oder Fertigteilelement der eingangs genannten Art, den Aufwand für eine Herstellung von Schalungsteilen, insbesondere zur Ausbildung einer Aussparung bzw. Öffnung in dem Fertigteilelement, als auch von gegebenenfalls weiteren Elementen insbesondere der Schalung bei der Herstellung eines derartigen Fertigteilelements zu verringern. Weiters wird darauf abgezielt, den Aufwand für eine Entfernung derartiger Schaltungselemente zu reduzieren und gegebenenfalls auch Schaltungselemente bzw. weitere Elemente eines derartigen Fertigteilelements mit entsprechend verringertem Aufwand bereitzustellen.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgaben ist ein Verfahren der eingangs genannten Art im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltungselement wenigstens teilweise durch einen 3D Druck hergestellt wird. Dadurch, dass erfindungsgemäß das Schaltungselement, insbesondere für eine herzustellende Aussparung bzw. Öffnung in dem Fertigteilelement wenigstens teilweise durch einen 3D Druck hergestellt wird, kann ein derartiges Schaltungselement entsprechend zuverlässig und einfach und insbesondere unter verringertem Einsatz von Arbeitskräften, beispielsweise mit Industrierobotern und geeigneter 3D Drucktechnik hergestellt werden. Hierbei können auch gegebenenfalls komplizierte Formen eines derartigen Schaltungselements durch 3D Druck realisiert werden, welche entweder bei Einsatz von bekannten Schaltungsele-

menten, beispielsweise aus Metall, Holz oder dgl. einen übermäßigen Arbeitsaufwand, Material einsatz und gegebenenfalls Verschnitt ergeben würden, falls eine Herstellung von komplizierten Formen bzw. Formgebungen überhaupt realisierbar sein sollte. Durch Einsatz eines wenigstens teilweise durch 3D Druck hergestellten Schalungselementen lassen sich beispielsweise auch runde oder gekrümmte Formen realisieren, welche mit herkömmlichen Verfahren zur Herstellung einer Schalung bzw. Teilen hiervon nicht bzw. nur unter stark erhöhtem Aufwand möglich wären.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass das Schalungselement mit wenigstens einem weiteren Schalungselement verbunden bzw. gekoppelt wird, welches in an sich bekannter Weise manuell oder durch Einsatz von Roboter- Herstellungsverfahren hergestellt wird. Derart wird es beispielsweise möglich, entsprechend den Anforderungen gegebenenfalls durch bekannte Verfahren, insbesondere unter Einsatz eines Industrieroboters oder durch Handarbeit hergestellte Teile einer Schalung durch Verbindung mit einem gemäß der Erfindung durch 3D Druck hergestellten Teil des herzustellenden Schalungselements zu verbinden bzw. zu koppeln, um derart die oben angeführten Vorteile eines Einsatzes eines wenigstens teilweise durch 3D Druck hergestellten Schalungselements zu erzielen.

[0011] Neben einem Schalungselement, insbesondere zur Herstellung einer Aussparung bzw. Öffnung in dem herzustellenden Fertigteilelement, wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass in das Fertigteilelement wenigstens ein weiteres, durch einen 3D Druck hergestelltes Element integriert wird. Derart wird es möglich, entsprechend den Anforderungen des herzustellenden Fertigteilelements, in ein derartiges Fertigteilelement zu integrierende zusätzliche Elemente in einfacher und zuverlässiger Weise ebenfalls durch 3D Druck herzustellen und in das Fertigteilelement zu integrieren.

[0012] Für eine einfache und zuverlässige Verbindung des durch 3D Druck herzustellenden Schalungselement und/oder weiteren Elements mit dem Material des herzustellenden Fertigteilelements wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement und/oder weitere Element aus einem mit dem Material des Fertigteilelements kompatiblen bzw. ähnlichen Material ausgebildet wird. Derart kann ein Fertigteilelement bereitgestellt werden, welches im Wesentlichen aus einem einheitlichen Material mit entsprechend einheitlichen Materialeigenschaften besteht, um derart beispielsweise Anforderungen an die Sicherheit, Festigkeit oder dgl. eines derartigen Fertigteilelements zu gewährleisten. Derart erübrigt sich zumindest in diesem Fall auch der Aufwand für eine Entfernung des Schalungselements nach einer Fertigstellung des Fertigteilelements.

[0013] Entsprechend gegebenenfalls unterschiedlichen Anforderungen an ein herzustellendes Fertigteilelement kann vorgesehen sein, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement und/oder weitere Element wenigstens teilweise aus einem von dem Material des Fertigteilelements verschiedenen Material, insbesondere aus einem metallischen Material oder einem dämmenden Material hergestellt wird, wie dies einer weiters bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäß Verfahrens entspricht. Derart wird es beispielsweise möglich, entsprechend den Anforderungen Schalungselemente und/oder weitere Elemente aus einem für einen gewünschten Einsatzzweck erforderlichen Material unmittelbar in das herzustellende Fertigteilelement aufzunehmen bzw. zu integrieren. Beispielsweise bei Herstellung bzw. Einsatz eines Schalungselement zur Ausbildung einer Aussparung bzw. Öffnung, beispielsweise einer Fenster- oder Türöffnung in einem herzustellenden Fertigteilelement, kann das Material für den 3D Druck angepasst an nachträglich anzubringende Fenster- bzw. Türelemente oder Rahmenelemente hierfür gewählt werden. Zusätzlich wird es beispielsweise möglich, durch 3D Druck weitere Elemente, welche beispielsweise aus einem dämmenden Material hergestellt sind, entsprechend den an das herzustellende Fertigteilelement gestellten Anforderungen, beispielsweise im Hinblick auf eine Schalldämmung, Wärmedämmung oder dgl. herzustellen und in das Fertigteilelement zu integrieren.

[0014] Während in ein herzustellendes Fertigteilelement aufzunehmende bzw. zu integrierende Schalungselemente und/oder weitere Elemente, welche erfindungsgemäß durch 3D Druck

hergestellt werden, beispielsweise in getrennten Anlagen und entsprechend den Anforderungen vorbereitet und nachfolgend in einer Form zur Herstellung des Fertigteilelements positioniert und gegebenenfalls entsprechend verankert werden können, wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement und/oder weitere Element unmittelbar in der Form vor einem Einbringen des Materials zur Herstellung des Fertigteilelements ausgebildet wird. Derart wird es möglich, unmittelbar in einer weitestgehend automatisierten Anlage zur Herstellung eines Fertigteilelements auch beispielsweise unter Einsatz entsprechender Industrieroboter mit geeigneter 3D Drucktechnik die in das herzustellende Fertigteilelement aufzunehmenden bzw. zu integrierenden Schalungselemente und/oder weiteren Elemente unmittelbar vor einem Einbringen des Materials zur Herstellung des Fertigteilelements in einer Form hierfür zu positionieren. Eine derartige automatisierte Anlage kann somit beispielsweise auch die Parameter bzw. Daten für das durch 3D Druck herzustellende Element in ein BIM-Modell aufnehmen und darin verarbeiten.

[0015] Zur Erzielung einer entsprechenden bzw. ausreichenden Festigkeit eines durch 3D Druck herzustellenden Schalungselement und/oder weiteren Elements vor Einbringen des Materials zur Herstellung des Fertigteilelements wird vorgeschlagen, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement und/oder weitere Element vor einem Einbringen des Materials in die Form zur Herstellung des Fertigteilelements wenigstens teilweise gehärtet wird, wie dies einer weiters bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens entspricht.

[0016] Zur Lösung der eingangs genannten Aufgaben ist darüber hinaus ein Schalungselement gemäß der eingangs genannten Art im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass das Schalungselement wenigstens teilweise aus einem durch einen 3D Druck verarbeitbaren Material hergestellt ist. Wie dies oben bereits erwähnt wurde, lässt sich derart durch Einsatz eines 3D Drucks zur Herstellung eines derartigen Schalungselemente eine Reduzierung des Aufwands, beispielsweise im Hinblick auf die einzusetzende Arbeitskraft, den Materialaufwand und dgl. für eine Herstellung eines derartigen Schalungselement erzielen. Weiters kann gegebenenfalls der Aufwand für eine nachträgliche Entfernung des durch 3D Druck hergestellten und in das Fertigteilelement bevorzugt integrierten Schalungselement vollständig entfallen.

[0017] Für eine einfache und zuverlässige Kopplung bzw. Integration des Schalungselement in das herzustellende Fertigteilelement wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass das Schalungselement aus einem mit dem Material des Fertigteilelements kompatiblen bzw. ähnlichen Material durch 3D Druck hergestellt ist.

[0018] Gemäß einer weiteren abgewandelten Ausführungsform wird für das erfindungsgemäße Schalungselement vorgeschlagen, dass das Schalungselement mit wenigstens einem weiteren Schalungselement des Fertigteilelements verbindbar bzw. koppelbar ist, welches in bekannter Weise manuell oder durch Einsatz von Roboter-Herstellungsverfahren hergestellt ist. Derart können beispielsweise standardmäßige Schalungselemente an besondere Anforderungen angepasst werden, indem in einfacher und zuverlässiger Weise derartige Standardelemente mit durch 3D Druck hergestellten Teilen zu einem erfindungsgemäßen Schalungselement verbunden werden.

[0019] Zur Erzielung entsprechender Anforderungen im Hinblick auf die Materialeigenschaften des herzustellenden Fertigteilelements, in welchem das erfindungsgemäße Schalungselement zum Einsatz gelangt, wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement wenigstens teilweise aus einem von dem Material des Fertigteilelements verschiedenen Material, insbesondere aus einem metallischen Material oder einem dämmenden Material hergestellt ist.

[0020] Neben einer Vorbereitung derartiger, wenigstens teilweise durch 3D Druck herzustellender Schalungselemente in getrennten Anlagen wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement unmittelbar in der Form zur Herstellung des Fertigteilelements ausbildbar ist. Derart kann beispiels-

weise der Aufwand für eine Lagerhaltung derartiger Schalungselemente reduziert werden und es können die Ausbildung und Anordnung eines derartigen erfindungsgemäßen, durch 3D Druck herstellbaren Schalungselementen unmittelbar in eine Anlage zur Herstellung eines Fertigteilelements integriert werden, welche beispielsweise einen entsprechenden Automatisierungsgrad aufweist.

[0021] Zur Lösung der eingangs genannten Aufgaben wird darüber hinaus erfindungsgemäß ein Fertigteilelement, insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien zur Verfügung gestellt, welches mit dem oben erwähnten, erfindungsgemäßen Verfahren oder einer besonderen Ausführungsform davon und/oder unter Einsatz des oben erwähnten, erfindungsgemäßen Schalungselementen oder einer besonderen Ausführungsform davon hergestellt wird.

[0022] Neben einer Integration eines Schalungselement zur Ausbildung einer Aussparung bzw. Öffnung in dem herzustellenden Fertigteilelement, wobei das Schalungselement erfindungsgemäß durch 3D Druck hergestellt wird, ist für das erfindungsgemäße Fertigteilelement darüber hinaus bevorzugt vorgesehen, dass in das Fertigteilelement wenigstens ein weiteres, durch einen 3D Druck hergestelltes Element integriert ist. Derart wird es möglich, neben wenigstens teilweise aus 3D Druck hergestellten Schalungselementen zusätzliche Elemente in ein Fertigteilelement zu integrieren, welche ebenfalls durch 3D Druck hergestellt werden.

[0023] Entsprechend den für das herzustellende Fertigteilelement bestehenden Anforderungen, beispielsweise im Hinblick auf mechanische Festigkeit, Dämmungseigenschaften oder dgl., wird gemäß einer weiters bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement und/oder weitere Element wenigstens teilweise aus einem von dem Material des Fertigteilelements verschiedenen Material, insbesondere aus einem metallischen Material oder einem dämmenden Material hergestellt ist.

[0024] Im Zusammenhang mit der Herstellung eines erfindungsgemäßen Fertigteilelements wird darüber hinaus bevorzugt vorgeschlagen, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement und/oder weitere Element nach einem Härteten bzw. Fertigstellen des Fertigteilelements in dem Fertigteilelement verbleibt.

[0025] Insgesamt lässt sich durch Einsatz von 3D Drucktechniken zur Ausbildung von Schalungselementen, insbesondere zur Herstellung einer Aussparung oder Öffnung in einem herzustellenden Fertigteilelement, eine Verringerung des Aufwands sowohl im Hinblick auf die zur Herstellung derartiger Elemente aufzuwendende Arbeitszeit als auch den Materialeinsatz erzielen. Weiters wird es möglich, dass derartige durch 3D Druck hergestellte Schalungsteile oder weitere Elemente entsprechend in das herzustellende Fertigteilelement integriert werden können, so dass insbesondere gegenüber bekannten Herstellungsverfahren von Fertigteilelementen ein Aufwand für eine nachträgliche Entfernung derartiger Schalungselemente und für eine Entsorgung von hierfür eingesetztem Material entfallen kann. Weiters wird es möglich, durch 3D Druck entsprechend komplizierte Formen von herzustellenden Schalungselementen und/oder weiteren, in ein herzstellendes Fertigteilelement zu integrierenden Elementen zu realisieren.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von der in der beiliegenden Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen:

[0027] Fig. 1 eine schematische perspektivische Ansicht einer Form zur Ausbildung bzw. Herstellung eines erfindungsgemäßen Fertigteilelements unter Einsatz eines durch 3D Druck hergestellten Schalungselement gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren;

[0028] Fig. 2 eine schematische perspektivische Ansicht auf eine geringfügig abgeänderte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fertigteilelements, wobei das Material zur Herstellung des Fertigteilelements bereits wenigstens teilweise in die Form eingebracht wurde;

[0029] Fig. 3 ein schematisches Flussdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

- [0030]** Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Herstellung eines erfindungsgemäßen Schalungselementes durch 3D Druck;
- [0031]** Fig. 5 schematische Darstellungen unterschiedlicher Schalungselemente gemäß der vorliegenden Erfindung zum Einsatz im erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Fertigteilelements;
- [0032]** Fig. 6 eine schematische Teilansicht einer weiteren abgewandelten Ausführungsform, wobei ein weiteres Element bzw. Schalungselement unmittelbar in der Form zur Herstellung des Fertigteilelements durch 3D Druck ausgebildet wird;
- [0033]** Fig. 7 eine schematische Darstellung einer weiteren abgewandelten Ausführungsform, wobei in einer Form ein weiteres Element durch 3D Druck beispielsweise aus einem dämmenden Material eingebracht wird;
- [0034]** Fig. 8 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäß hergestellten Fertigteilelements unter Einsatz eines Schalungselementes mit komplexer gekrümmter Kontur; und
- [0035]** Fig. 9 eine schematische perspektivische Ansicht einer weiteren abgewandelten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fertigteilelements mit einer Doppelwand mit integrierten erfindungsgemäßen Schalungsteilen aus 3D Druck.
- [0036]** Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 wird eine allgemein mit 1 bezeichnete Form für ein herzustellendes Fertigteilelement in einer stark vereinfachten Form durch jeweils parallel zueinander angeordnete Randschalungen 2 und 3 begrenzt, welche auf einer schematisch mit 4 bezeichneten Basis bzw. einem Schal- oder Fertigungstisch 4 angeordnet sind. In dieser Form 1 ist ein mit 5 bezeichnetes Schalungselement angeordnet, welches durch 3D Druck hergestellt wurde, wobei dieses Schalungselement 5 nach einem Verfüllen der durch die Randschalungen 2 und 3 begrenzten Form 1 zur Herstellung des Fertigteilelements, insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien, dazu dient, eine Aussparung bzw. Öffnung beispielsweise für ein in das Fertigteilelement einzusetzendes Fenster zu definieren bzw. auszubilden.
- [0037]** Aufgrund der Tatsache, dass das Schalungselement 5 durch 3D Druck hergestellt wird, lässt sich in einfacher und zuverlässiger Weise die Öffnung für das nachfolgend einzusetzende Fenster passgenau und ohne übermäßigen Aufwand zur Herstellung des Schalungselements 5 bereitstellen.
- [0038]** Bei der in Fig. 2 dargestellten, geringfügig abgewandelten Ausführungsform sind auf dem wiederum mit 4 bezeichneten Schaltisch zueinander parallele Längsschalungen 2 sowie eine Querschalung 3 vorgesehen. Ähnlich wie bei der vorangehenden Ausführungsform ist zur Bereitstellung einer Öffnung bzw. Aussparung wiederum ein mit 5 bezeichnetes und durch 3D Druck hergestelltes Schalungselement angeordnet, wobei bei der in Fig. 2 dargestellten Ausbildung das Material zur Herstellung des Fertigteilelements 6 bereits in die durch die Randschalungen 2 und 3 begrenzte Form eingebracht wurde. Zusätzliche Bewehrungselemente bzw. Gitterträger sind bei der Darstellung gemäß Fig. 2 mit 7 bezeichnet.
- [0039]** In einem Eckenbereich ist bei der Ausbildung gemäß Fig. 2 abgewandelt zu der Ausbildung gemäß Fig. 3 ersichtlich, dass die Abmessungen der zum Einsatz gelangenden Randschalungen 2 und 3 nicht ausreichen, um eine vollständige Begrenzung der Form für die Herstellung des Fertigteilelements 6 sicherzustellen. Derart ist in Fig. 2 angedeutet, dass in dem freibleibenden Eckenbereich ein zusätzliches Schalungselement 8 angeordnet ist, welches ebenfalls wiederum durch 3D Druck, angepasst an den Eckenbereich zur Verfügung gestellt wird. Durch einen Einsatz eines mit dem Material des Fertigteilelements 6 kompatiblen oder im Wesentlichen ähnlichen Materials für das Schalungselement 8 wird sichergestellt, dass nach einem Verfüllen der Form zur Herstellung des Fertigteilelements 6 eine zuverlässige Verbindung zwischen dem Material des Fertigteilelements 6 sowie dem Schalungselement 8 im Eckenbereich erzielbar ist, so dass insgesamt ein aus einem homogenen Material bestehendes

Fertigteilelement zur Verfügung gestellt werden kann.

[0040] In Fig. 3 sind schematisch einzelne Verfahrensschritte zur Herstellung eines Fertigteilelements angedeutet.

[0041] In einem Schritt S1 wird eine Form zur Ausbildung bzw. Herstellung des Fertigteilelements zur Verfügung gestellt, wie dies beispielsweise in Fig. 1 und 2 durch Anordnung entsprechend bemessener Randschalungen 2 und 3 gezeigt ist.

[0042] In einem Schritt S2 wird ein in der Form anzuordnendes Schalungselement hergestellt, welches durch 3D Druck entsprechend den Anforderungen bzw. Bemaßungen ausgebildet wird.

[0043] In einem fakultativen Schritt S3 wird ein wenigstens teilweises Härteln des durch 3D Druck hergestellten Schalungselementes oder weiteren Elements, welches in das Fertigteilelement zu integrieren ist, wie dies nachfolgend erörtert werden wird, durchgeführt.

[0044] In einem Schritt S4 wird das Schalungselement in der in Schritt S1 hergestellten Form angeordnet und entsprechend verankert, woran anschließend in einem Schritt S5 das Material in die Form zur Herstellung des Fertigteilelements eingebracht wird.

[0045] In einem nachfolgenden Schritt S6 erfolgt ein Aushärten des Materials des Fertigteilelements und/oder eine weitere Be- bzw. Verarbeitung des derart hergestellten Fertigteilelements.

[0046] Alternativ kann nach dem Schritt S1 zur Bereitstellung der Form in einem Schritt S12 das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement direkt in der Form hergestellt werden und gegebenenfalls nachfolgend in einem Schritt S13 wenigstens teilweise gehärtet werden. Nachfolgend werden wiederum die Schritte S5 einer Einbringung des Materials für das Fertigteilelement und der Schritt S6 eines Aushärtens und einer weiteren Be- bzw. Verarbeitung durchgeführt.

[0047] In Fig. 4 ist schematisch die Herstellung eines wiederum mit 5 bezeichneten Schalungselementen durch einen 3D Druck angedeutet, wobei das Schalungselement 5, wie dies beispielsweise bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 und 2 Verwendung findet, durch einen an einem schematisch mit 9 bezeichneten Roboterarm festgelegten Drucker 10 hergestellt wird, wobei eine spezielle Druckdüse für das Material des Schalungselementes 5 mit 11 bezeichnet ist.

[0048] Gemäß der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform wird ein derartiges Schalungselement beispielsweise in einer getrennten Anlage entsprechend hergestellt und vorbereitet und nachfolgend entsprechend dem Schritt S4 von Fig. 3 in einer, beispielsweise ebenfalls von einem Industrieroboter, weitestgehend automatisiert hergestellten Form positioniert und verankert.

[0049] Alternativ kann ein 3D Drucken in eine Anlage zur Herstellung der Form entsprechend dem Schritt S12 integriert sein.

[0050] In Fig. 5 sind unterschiedliche Beispiele von Schalungselementen bzw. weiteren Elementen für einen Einsatz in einem Verfahren zur Herstellung eines Fertigteilelements dargestellt, welche jeweils, beispielsweise ähnlich der Darstellung gemäß Fig. 4, durch einen an einem Industrieroboter 9 gelagerten 3D Drucker 10 hergestellt werden.

[0051] Derart zeigt beispielsweise Fig. 5a ein Schalungselement 12 ähnlich dem in den vorangehenden Figuren dargestellten, rechteckigen bzw. rechtwinkeligen Schalungselement 5, wobei bei dieser Ausbildung zusätzlich an der Außenseite Verstärkungsrippen 13 zur Erhöhung der Festigkeit des Schalungselementes 12 angedeutet sind.

[0052] Fig. 5b zeigt beispielsweise einen durch 3D Druck hergestellten im Wesentlichen kreisförmigen Zylinder 14 als Schalungselement, welches bei einer Integration in ein herzustellendes Fertigteilelement einen Wanddurchbruch ausbildet.

[0053] Ähnlich der Darstellung gemäß Fig. 2 zeigen Fig. 5c und Fig. 5d unterschiedliche, abgewinkelte Schalungselemente bzw. weitere Elemente, welche beispielsweise in einen Rand- bzw.

Kantenbereich zur Vervollständigung einer Randschalung für ein herzustellendes Fertigteilelement eingesetzt werden können, wie dies bereits in Fig. 2 angedeutet wurde.

[0054] Weiters zeigt Fig. 5e ein wiederum durch 3D Druck hergestelltes Schalungselement 17 mit einer komplexen, insbesondere bogenförmigen Kontur, welches darüber hinaus einen Anschluss 18 für eine Kopplung mit einem weiteren Formteilelement aufweist.

[0055] Ähnlich wie die Darstellung gemäß Fig. 5b ist in der Darstellung gemäß Fig. 5f eine weitere abgewandelte Ausführungsform eines Schalungselementes 19 gezeigt, welches bei Einsatz in einem herzustellenden Fertigteilelement einen Wanddurchbruch mit komplexer Außenkontur bereitstellt.

[0056] Eine weitere abgewandelte Ausführungsform eines Wanddurchbruchs wird durch das Schalungselement 20 gemäß Fig. 5g zur Verfügung gestellt, wobei dieses Schalungselement bei bzw. nach einer Integration in ein herzustellendes Fertigteilelement versetzte Durchtrittsöffnungen zwischen den Oberflächen des Fertigteilelements zur Verfügung stellt.

[0057] Eine weitere abgewandelte Ausführungsform eines Schalungselementes 21 ist in Fig. 5h dargestellt, welches beispielsweise zur Bereitstellung einer Öffnung bzw. Aussparung zur Aufnahme eines Fensters mit komplexer Formgebung in einem Fertigteilelement eingesetzt werden kann.

[0058] Insbesondere aus den Darstellungen gemäß Fig. 5 ist ersichtlich, dass durch Einsatz eines 3D Drucks für derartige Schalungselemente komplexe Formgebungen für Aussparungen bzw. Öffnungen in einem herzustellenden Fertigteilelement erzielbar sind, welche mit üblichen Materialien zur Herstellung derartiger Schalungselemente, wie beispielsweise Metall, Holz, Styropor oder dgl. nur mit erhöhtem Arbeitsaufwand, falls überhaupt, herstellbar sind.

[0059] Bei der Darstellung gemäß Fig. 6 ist angedeutet, wie ein zusätzliches Schalungselement 22 in einem Eckenbereich, ähnlich zu der Ausbildung gemäß Fig. 2, zwischen Randschalungen 2 und 3 unmittelbar in der lediglich teilweise dargestellten Form zur Herstellung eines Fertigteilelements durch eine wiederum mit 11 bezeichnete Düse für einen 3D Druck hergestellt wird, wobei ähnlich wie bei der Ausbildung gemäß Fig. 4 ein derartiger 3D Drucker mit 10 und Teile eines insbesondere beweglichen Roboterarms mit 9 bezeichnet werden.

[0060] Bei der weiteren abgewandelten Ausführungsform gemäß Fig. 7 wird, ähnlich wie bei den vorangehenden Ausführungsformen, eine Form für ein herzustellendes Fertigteilelement wiederum durch Randschalungen 2 und 3 definiert, welche auf dem Schaltisch 4 angeordnet sind.

[0061] In Fig. 7 ist ersichtlich, dass Material das herzustellende Fertigteilelement 23 bereits teilweise eingebracht wurde, woran anschließend durch eine wiederum mit 11 bezeichnete Düse eines 3D Druckers 10, welcher an einem Roboterarm 9 angelenkt ist, durch 3D Druck ein weiteres bzw. zusätzliches Element 24 aufgebracht bzw. eingebracht wird, welches durch ein weiteres nachträgliches Verfüllen der Form in das herzustellende Fertigteilelement, welches durch die Randschalungen 2 und 3 begrenzt wird, integriert wird.

[0062] Während beispielsweise bei den Schalungselementen zur Herstellung einer Aussparung bzw. Öffnung gemäß den vorangehenden Ausführungsformen das Material eines derartigen, durch 3D Druck hergestellten Schalungselementes kompatibel mit oder ähnlich zu dem Material des herzustellenden Fertigteilelements gewählt wird, um nach einer Integration bzw. Aufnahme in das herzustellende Fertigteilelement einen im Wesentlichen homogenen Materialquerschnitt zu ergeben, besteht beispielsweise das in Fig. 7 angedeutete zusätzliche, durch 3D Druck aufgebrachte Element 24 aus einem dämmenden Material, um entsprechenden Dämmungsanforderungen zu entsprechen.

[0063] Alternativ zu einem dämmenden Material kann das zusätzliche, durch 3D Druck hergestellte Element 24 beispielsweise auch aus einem metallischen Material zur Erzielung entsprechend besserer Festigkeitseigenschaften zumindest in Teilbereichen des herzustellenden Fertigteilelements bestehen.

[0064] Bei der Darstellung gemäß Fig. 8 ist eine Ausbildung gezeigt, wobei ein herzustellendes Fertigteilelement 25 durch eine Form definiert wird, welche neben Randschalungen 2 und 3 durch ein Schalungselement 26 mit komplexer, insbesondere gekrümmter Form gebildet bzw. begrenzt wird. Derart lässt sich eine hybride Schalung zur Verfügung stellen, welche eine Herstellung von Fertigteilelementen 25 durch Einsatz von Schalungselementen 26 mit komplexer Formgebung ermöglicht, welche durch 3D Druck hergestellt werden.

[0065] In der Darstellung gemäß Fig. 9 ist eine Fertigteil-Doppelwand 27 gezeigt, wobei ein erstes Wandelement bzw. eine erste Schale 28 und eine zweite Schale 29 vorgesehen sind, zwischen welchen Gitterträger bzw. Bewehrungselemente 30 insbesondere als Verbindungs- bzw. Kopplungselemente vorgesehen sind. Zur Bereitstellung bzw. Definition von entsprechenden Öffnungen im Fertigteilelement 27 sind wiederum durch 3D Druck hergestellte Schalungselemente 31 und 32 vorgesehen, welche beispielsweise zum nachträglichen Einsetzen eines Fenster- und Türelements dienen.

[0066] Diese durch 3D Druck hergestellten Schalungselemente 31 und 32 können wiederum in einfacher und zuverlässiger Weise und mit geringem Aufwand entsprechend den erforderlichen Abmessungen hergestellt und in das Fertigteilelement 27 integriert werden, wobei ein Verfüllen des Fertigteilelementes mit Beton oder einem anderen mineralischen Material beispielsweise nach einem Einbau vor Ort durch ein Einbringen des Materials in derartige, miteinander gekoppelten Doppelwandelemente 27 erfolgt.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Fertigteilelements, insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien, umfassend die folgenden Schritte:
Bereitstellen einer Form (1) zur Ausbildung des Fertigteilelements (6, 23, 25, 27),
Ausbilden wenigstens eines Schalungselement, insbesondere für eine herzustellende Aussparung bzw. Öffnung in dem Fertigteilelement,
Anordnen des Schalungselement in der Form zur Ausbildung des Fertigteilelements,
Einbringen des Materials in die Form zur Herstellung des Fertigteilelements und Aushärten des Materials,
dadurch gekennzeichnet, dass das Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) wenigstens teilweise durch einen 3D Druck hergestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schalungselement (8, 15, 16, 17, 22, 26) mit wenigstens einem weiteren Schalungselement (2, 3) verbunden bzw. gekoppelt wird, welches in an sich bekannter Weise manuell oder durch Einsatz von Roboter-Herstellungsverfahren hergestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in das Fertigteilelement (23) wenigstens ein weiteres, durch einen 3D Druck hergestelltes Element (24) integriert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) und/oder weitere Element aus einem mit dem Material des Fertigteilelements (6, 25, 27) kompatiblen bzw. ähnlichen Material ausgebildet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) und/oder weitere Element (24) wenigstens teilweise aus einem von dem Material des Fertigteilelements (6, 23, 25, 27) verschiedenen Material, insbesondere aus einem metallischen Material oder einem dämmenden Material hergestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) und/oder weitere Element (24) unmittelbar in der Form vor einem Einbringen des Materials zur Herstellung des Fertigteilelements (6, 23, 25, 27) ausgebildet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) und/oder weitere Element (24) vor einem Einbringen des Materials in die Form zur Herstellung des Fertigteilelements (6) wenigstens teilweise gehärtet (S3, S13) wird.
8. Schalungselement, insbesondere zur Herstellung einer Aussparung bzw. Öffnung in einem insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien bestehenden Fertigteilelement, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) wenigstens teilweise aus einem durch einen 3D Druck verarbeitbaren Material hergestellt ist.
9. Schalungselement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) aus einem mit dem Material des Fertigteilelements kompatiblen bzw. ähnlichen Material durch 3D Druck hergestellt ist.
10. Schalungselement nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schalungselement (8, 15, 16, 17, 22, 26) mit wenigstens einem weiteren Schalungselement (2, 3) des Fertigteilelements verbindbar bzw. koppelbar ist, welches in bekannter Weise manuell oder durch Einsatz von Roboter-Herstellungsverfahren hergestellt ist.

11. Schalungselement nach Anspruch 8, 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) wenigstens teilweise aus einem von dem Material des Fertigteilelements verschiedenen Material, insbesondere aus einem metallischen Material oder einem dämmenden Material hergestellt ist.
12. Schalungselement nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) unmittelbar in der Form zur Herstellung des Fertigteilelements ausbildungbar ist.
13. Fertigteilelement, insbesondere aus Beton oder anderen mineralischen Materialien, hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder unter Einsatz eines Schalungselementes nach einem der Ansprüche 8 bis 12.
14. Fertigteilelement nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass in das Fertigteilelement (6, 23, 25, 27) wenigstens ein weiteres, durch einen 3D Druck hergestelltes Element (24) integriert ist.
15. Fertigteilelement nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) und/oder weitere Element (24) wenigstens teilweise aus einem von dem Material des Fertigteilelements (6, 23, 25, 27) verschiedenen Material, insbesondere aus einem metallischen Material oder einem dämmenden Material hergestellt ist.
16. Fertigteilelement nach Anspruch 13, 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch 3D Druck herzustellende Schalungselement (5, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 31, 32) und/oder weitere Element (24) nach einem Härteten bzw. Fertigstellen des Fertigteilelements (6, 23, 25, 27) in dem Fertigteilelement verbleibt.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

1/4

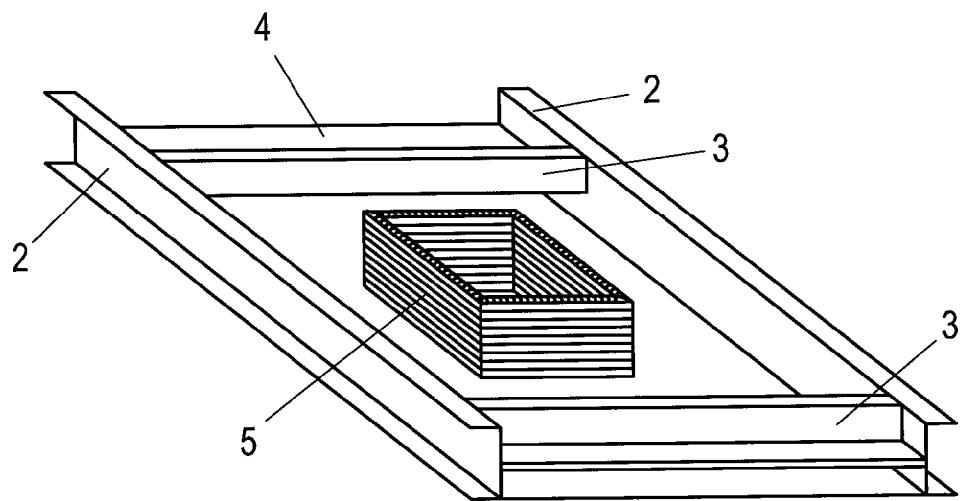


Fig. 1

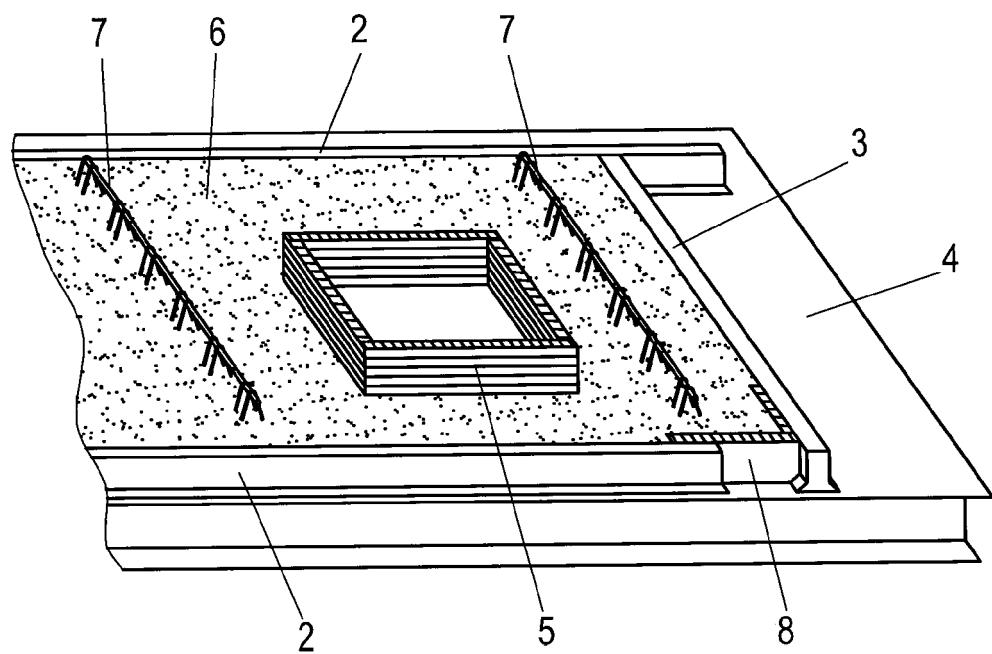


Fig. 2

2/4

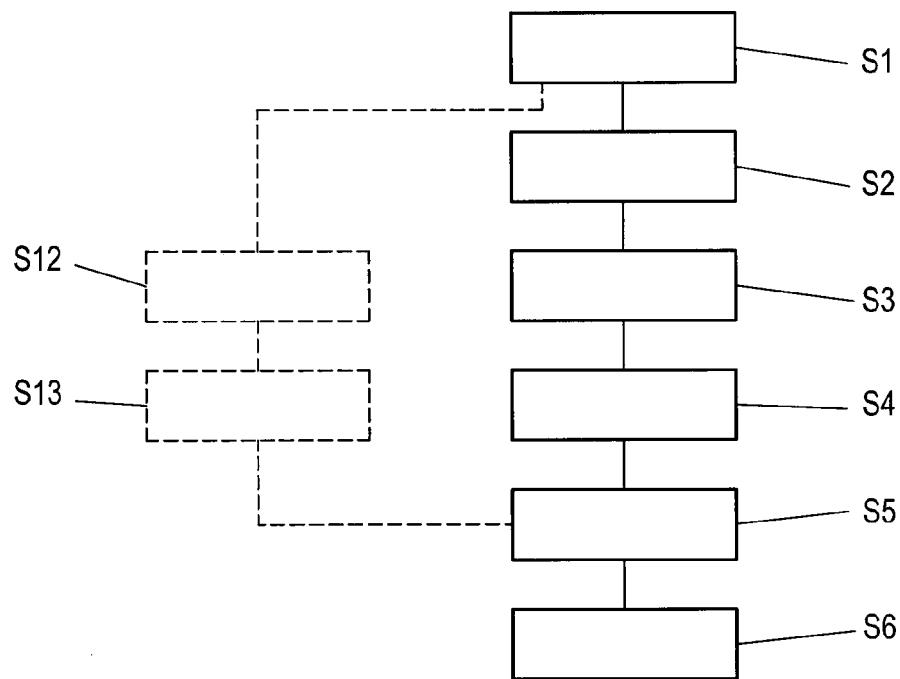


Fig. 3

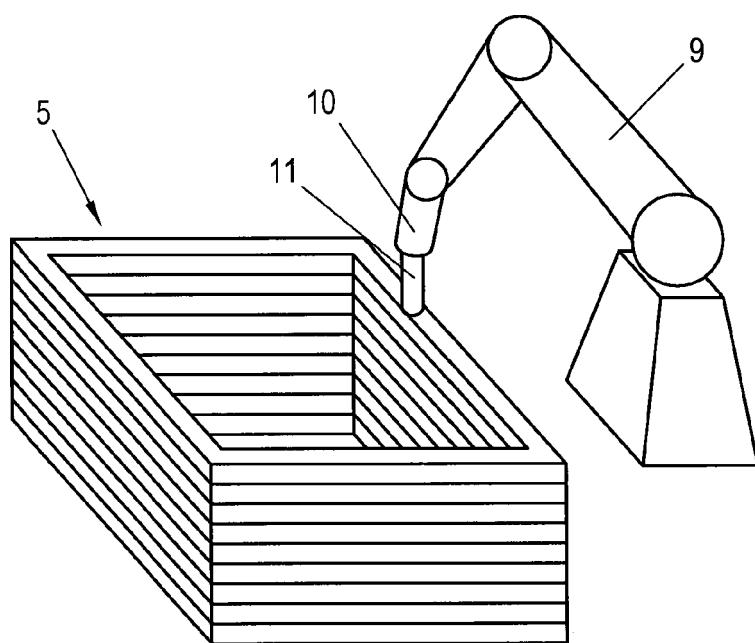
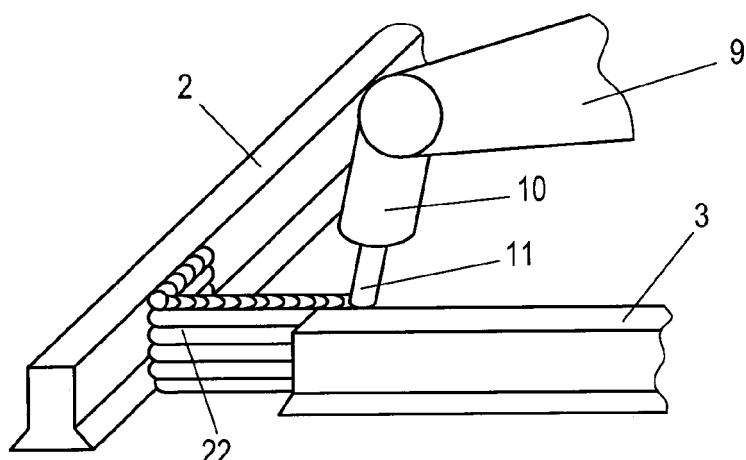
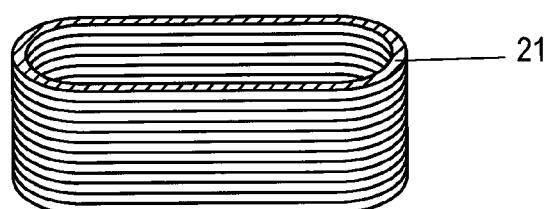
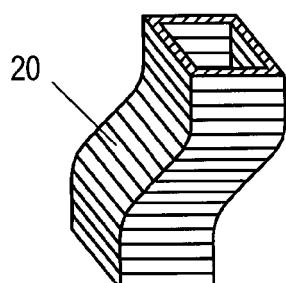
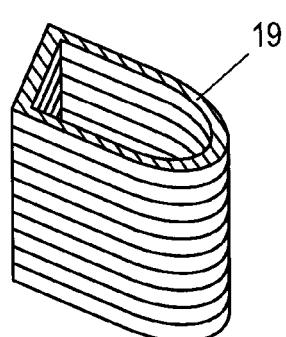
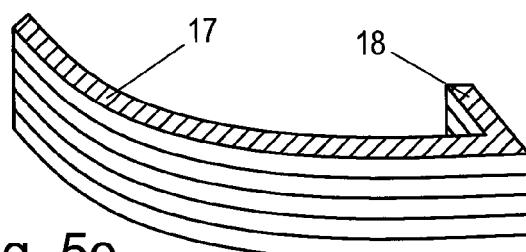
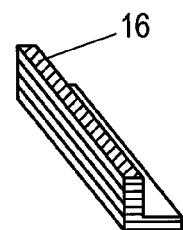
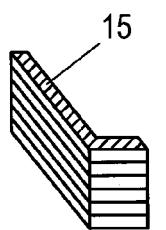
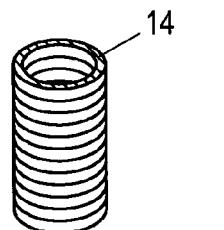
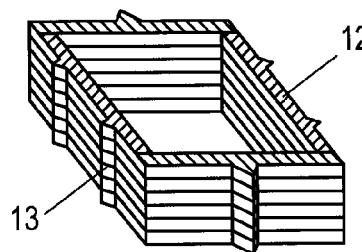


Fig. 4

3/4



4/4

