

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6527602号
(P6527602)

(45) 発行日 令和1年6月5日 (2019. 6. 5)

(24) 登録日 令和1年5月17日 (2019. 5. 17)

(51) Int. Cl.	F I
DO4H 3/07 (2012. 01)	DO4H 3/07
DO4H 3/033 (2012. 01)	DO4H 3/033
B29C 67/00 (2017. 01)	B29C 67/00
B33Y 10/00 (2015. 01)	B33Y 10/00
B33Y 30/00 (2015. 01)	B33Y 30/00

請求項の数 13 (全 33 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-560032 (P2017-560032)	(73) 特許権者 505290531 株式会社エアウィーヴ 愛知県大府市柁山町8丁目288番地
(86) (22) 出願日 平成28年9月14日 (2016. 9. 14)	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/077157	(74) 代理人 100141092 弁理士 山本 英生
(87) 国際公開番号 W02017/119157	
(87) 国際公開日 平成29年7月13日 (2017. 7. 13)	(72) 発明者 小島 昌和 愛知県大府市柁山町8丁目288番地 株
審査請求日 平成30年3月9日 (2018. 3. 9)	式会社エアウィーヴ内
(31) 優先権主張番号 特願2016-3004 (P2016-3004)	(72) 発明者 淵上 将志 愛知県大府市柁山町8丁目288番地 株
(32) 優先日 平成28年1月8日 (2016. 1. 8)	式会社エアウィーヴ内
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 牧野 成孝 愛知県大府市柁山町8丁目288番地 株
(31) 優先権主張番号 特願2016-26511 (P2016-26511)	式会社エアウィーヴ内
(32) 優先日 平成28年2月16日 (2016. 2. 16)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィラメント3次元結合体製造装置およびフィラメント3次元結合体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の溶融フィラメントを供給する溶融フィラメント供給装置と、当該複数の溶融フィラメントを受け入れ、冷却、固化して、フィラメント3次元結合体を形成する三次元構造形成装置と、前記溶融フィラメント供給装置及び前記三次元構造形成装置を制御するコントローラとを備えたフィラメント3次元結合体製造装置において、

前記三次元構造形成装置によって冷却状態にあるフィラメント3次元結合体の硬さ指数を、測定する硬さ指数測定装置を設け、

前記コントローラは、

フィードバックされる前記硬さ指数測定装置の測定情報を用いて、前記形成されるフィラメント3次元結合体の硬さの変動が抑制されるように、前記溶融フィラメント供給装置および前記三次元構造形成装置の少なくとも一方を制御するフィードバック制御を行うことを特徴とするフィラメント3次元結合体製造装置。

【請求項2】

前記冷却状態は、前記溶融フィラメントが不可逆的な変形が生じない程度まで冷却固化された状態であることを特徴とする請求項1に記載のフィラメント3次元結合体製造装置。

【請求項3】

前記三次元構造形成装置内に、前記形成されたフィラメント3次元結合体を搬送する搬送部材が設けられ、

前記フィードバック制御は、前記搬送部材の搬送速度の制御であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のフィラメント 3 次元結合体製造装置。

【請求項 4】

前記溶融フィラメント供給装置は、
樹脂を加熱して溶融させ、当該溶融した樹脂を加圧することにより、前記複数の溶融フィラメントを供給するものであって、

前記フィードバック制御は、前記加熱の度合および前記加圧の度合の少なくとも一方の制御であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のフィラメント 3 次元結合体製造装置。

【請求項 5】

前記硬さ指数測定装置は、
前記フィラメント 3 次元結合体の表裏間に所定の圧力を印加する圧力付加手段と、
当該圧力の印加によって前記フィラメント 3 次元結合体の凹む度合を検知して出力する変位センサーと、
を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れかに記載のフィラメント 3 次元結合体製造装置。

【請求項 6】

前記硬さ指数測定装置は、
前記フィラメント 3 次元結合体の移動方向に回転することにより、加圧面が当該フィラメント 3 次元結合体に当接する当接部材と、
前記当接部材が前記フィラメント 3 次元結合体から受ける反発圧力を検知して出力する圧力センサーと、
を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れかに記載のフィラメント 3 次元結合体製造装置。

【請求項 7】

複数の溶融フィラメントを供給する溶融フィラメント供給装置と、当該複数の溶融フィラメントを受け入れて融着結合させ、フィラメント 3 次元結合体を形成する三次元構造形成装置と、を備えたフィラメント 3 次元結合体製造装置を用いる方法であって、
前記形成されるフィラメント 3 次元結合体の硬さ指数を測定し、その測定結果に応じて、前記フィラメント 3 次元結合体の硬さの変動が抑制されるように、前記溶融フィラメント供給装置および前記三次元構造形成装置の少なくとも一方の制御を行うことを特徴とするフィラメント 3 次元結合体の製造方法。

【請求項 8】

前記三次元構造形成装置内に、前記形成されたフィラメント 3 次元結合体を搬送する搬送部材が設けられ、
前記制御は、前記搬送部材の搬送速度の制御であることを特徴とする請求項 7 に記載のフィラメント 3 次元結合体の製造方法。

【請求項 9】

前記溶融フィラメント供給装置は、
複数のノズルが形成されており、第一方向に比べて当該第一方向に直交する第二方向が短い形状の口金部と、
複数のヒーターと、
溶融熱可塑性樹脂を前記口金部へ導く導流路と、を有し、
前記口金部へ導かれた溶融熱可塑性樹脂を前記複数のノズルを通して排出することにより、前記複数の溶融フィラメントを供給するように形成されており、
前記導流路は、前記第一方向に比べて前記第二方向が狭くなった扁平導流部を含み、
前記複数のヒーターは、前記扁平導流部に沿って前記第一方向へ異なる位置にそれぞれ配設されており、
前記フィードバック制御は、前記複数のヒーターそれぞれの出力の制御であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のフィラメント 3 次元結合体製造装置。

【請求項 1 0】

前記扁平導流部における前記第一方向と第二方向の長さの比率は、前記口金部における当該比率より大きいことを特徴とする請求項 9 に記載のフィラメント 3 次元結合体製造装置。

【請求項 1 1】

複数の温度センサーが、前記扁平導流部に沿って前記第一方向へ並ぶように配設されていることを特徴とする請求項 9 または請求項 1 0 に記載のフィラメント 3 次元結合体製造装置。

【請求項 1 2】

前記第一方向へ異なる位置にそれぞれ配設される複数の前記硬さ指数測定装置を有し、
前記複数の硬さ指数測定装置それぞれは、対応する位置における前記フィラメント 3 次元結合体の硬さ指数を測定し、

前記コントローラは、

前記フィードバック制御として、前記複数の硬さ指数測定装置それぞれの測定結果に基づき、前記複数のヒーターそれぞれの出力を制御することを特徴とする請求項 9 から請求項 1 1 の何れかに記載のフィラメント 3 次元結合体製造装置。

【請求項 1 3】

第一方向に比べて当該第一方向に直交する第二方向が狭くなった扁平導流部を含む導流路を介して、前記第一方向に比べて前記第二方向が短い形状の口金部へ溶融熱可塑性樹脂を供給する溶融熱可塑性樹脂供給ステップと、

前記口金部に形成された複数のノズルに前記溶融熱可塑性樹脂を通し、複数の溶融フィラメントを排出する溶融フィラメント供給ステップと、

前記複数の溶融フィラメントを融着結合および冷却固化することにより、フィラメント 3 次元結合体を形成するフィラメント 3 次元結合体生成ステップと、

前記第一方向に対応するフィラメント 3 次元結合体の幅方向の複数位置で、各々の硬さ指数を測定する硬さ指数測定ステップと、

フィードバックされる前記測定の結果情報を用いて、前記形成されるフィラメント 3 次元結合体の硬さの変動が抑制されるように、前記扁平導流部に沿って前記第一方向へ並ぶように配設された各ヒーターの温度を制御する温度制御ステップと、

を含むことを特徴とするフィラメント 3 次元結合体の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、フィラメント 3 次元結合体を製造する装置、及びその製造方法に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

マットレスや枕などに用いるクッション材料として、溶融状態にある複数の熱可塑性樹脂繊維（フィラメント）同士を部分的に融着させて得られるフィラメント 3 次元結合体が近年注目されてきている。

【0 0 0 3】

たとえば特許文献 1 では、複数のノズルから押し出された溶融状態にある熱可塑性樹脂繊維を、互いに融着結合させて 3 次元的な結合を形成させた後、冷却固化することにより立体網状の 3 次元結合体を形成している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0 0 0 4】**

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 0 8 8 6 3 1 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 5】**

しかしながら、特許文献 1 の製造方法によれば、製造ロットによって、形成された立体網状の 3 次元結合体の硬さにばらつきが生じ、場合によっては同じ製造ロットであっても、硬さにばらつきが出て、硬さの均一な 3 次元結合体を得ることが難しかった。

【0006】

これは、溶融フィラメント送出装置内の熱可塑性樹脂の温度が環境温度等の影響を受けて変化しフィラメント同士の融着結合強度が変わることや、当該樹脂材料の少しの違い等で溶融時の粘度が変化することにより複数のノズルから押し出される熱可塑性樹脂繊維の単位時間あたりの送出量が変化して、得られるフィラメント 3 次元結合体の単位体積当たりの密度が変化することと言った、複数の要因が作用するためだと考えられる。

【0007】

本発明は、上記の状況に鑑み、前記要因の影響を抑制してフィラメント 3 次元結合体の硬さのばらつきを抑制することができる製造技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るフィラメント 3 次元結合体製造装置は、複数の溶融フィラメントを供給する溶融フィラメント供給装置と、当該複数の溶融フィラメントを受け入れ、冷却、固化して、フィラメント 3 次元結合体を形成する三次元構造形成装置と、前記溶融フィラメント供給装置及び前記三次元構造形成装置を制御するコントローラとを備えたフィラメント 3 次元結合体製造装置において、前記三次元構造形成装置によって冷却状態にあるフィラメント 3 次元結合体の硬さ指数を、測定する硬さ指数測定装置を設け、前記コントローラは、フィードバックされる前記硬さ指数測定装置の測定情報を用いて、前記形成されるフィラメント 3 次元結合体の硬さの変動が抑制されるように、前記溶融フィラメント供給装置および前記三次元構造形成装置の少なくとも一方をフィードバック制御する構成とする。

【0009】

この構成によれば、前記三次元構造形成装置内で形成されたフィラメント 3 次元結合体の硬さの変動を早期にフィードバックして、後続するフィラメント 3 次元結合体の硬さ調節を行うことが出来るので、その硬さを安定させることが可能となる。なお、硬さ指数測定装置は、前記三次元構造形成装置内において冷却、固化により形成された直後のフィラメント 3 次元結合体の硬さを測定できる位置に設置することが望ましい。

【0010】

また上記構成において、前記冷却状態は、前記溶融フィラメントが不可逆的な変形が生じない程度まで冷却固化された状態である構成としてもよい。また上記構成において、前記三次元構造形成装置内に、前記形成されたフィラメント 3 次元結合体を搬送する搬送部材が設けられ、前記フィードバック制御は、前記搬送部材の搬送速度の制御である構成としてもよい。

【0011】

この構成によれば、搬送部材の搬送速度を速くすると、フィラメント 3 次元結合体の単位体積当たりのフィラメント密度が低くなって硬さ指数が低くなり（軟らかくなり）、逆に、搬送速度を遅くすると、単位体積当たりのフィラメント密度が高くなって硬くなることを利用して、フィラメント 3 次元結合体の硬さ指数の変動を抑えることができる。つまり、フィラメント 3 次元結合体を製造する際、その硬さのばらつきが少ないフィラメント 3 次元結合体を得ることが出来る。

【0012】

また上記構成において、前記溶融フィラメント供給装置は、樹脂を加熱して溶融させ、当該溶融した樹脂を加圧することにより、前記複数の溶融フィラメントを供給するものであって、前記フィードバック制御は、前記加熱の度合および前記加圧の度合の少なくとも一方の制御である構成としてもよい。

【0013】

この構成によれば、溶融フィラメントの単位時間あたりの送出量の変化によるフィラメント 3 次元結合体の硬さ変化を回避することが出来る。即ち、溶融フィラメントの供給量

10

20

30

40

50

はその温度や粘度、材質等により変化するので、前記硬さ指数測定装置の測定結果に基づき、前記供給量制御装置による溶融フィラメントの供給量を所定量に制御することによりその硬さを変化しにくくすることが出来る。

【0014】

例えば、溶融フィラメント供給装置内の溶融フィラメントの温度が変化し、溶融フィラメントの単位時間あたりの送出量が変わった場合は、前記加熱部による加熱を調整して溶融フィラメントの温度を一定に保つように制御するか、前記加圧部の加圧を変化させて溶融フィラメントの供給量を一定に保つように制御することが出来る。特に、加圧部を制御する場合は、温度以外に材料やその他要因による供給量の変化を効果的に防止することが出来る。

10

【0015】

なお、前記搬送部材は溶融フィラメント受け入れ部に設けられた無端コンベアを有し、前記硬さ指数測定装置は当該無端ベルトよりも下流の搬送経路に設けられるようにしてもよい。このようにすれば、溶融フィラメントが冷却、固化されながらフィラメント3次元結合体を形成した直後において、その硬さ指数を測定してフィードバックできるので、硬さ指数の変化を早期に修正し、硬さ変化を少なくして、その品質を高めることが出来る。

【0016】

また上記構成において、前記硬さ指数測定装置は、前記フィラメント3次元結合体の表裏間に所定の圧力を印加する圧力付加手段と、当該圧力の印加によって前記フィラメント3次元結合体の凹む度合を検知して出力する変位センサーと、を有する構成としてもよい。この構成によれば、硬さ指数測定装置をコンパクトに設計できるので、たとえば複数の硬さ指数測定装置を設置しても装置の大型化を抑えることができる。従って、装置の小型化に貢献できる。

20

【0017】

また上記構成において、前記硬さ指数測定装置は、前記フィラメント3次元結合体の移動方向に回転することにより、加圧面が当該フィラメント3次元結合体に当接する当接部材と、前記当接部材が前記フィラメント3次元結合体から受ける反発圧力を検知して出力する圧力センサーと、を有する構成としてもよい。

【0018】

なお、硬さ指数測定装置が、互いに対向し且つ少なくとも一方が回転可能な一对の当接部材と、当接部材が受ける圧力を測定する圧力センサーと、を有し、一对の当接部材の対向方向における最短距離は少なくとも一方の当接部材の回転によって変化し、前記圧力センサーは、一对の当接部材がフィラメント3次元結合体を挟んで当接した状態で上記少なくとも一方の当接部材が回転する際の対向方向における上記圧力を測定するようにしてもよい。

30

【0019】

上記構成によれば、フィラメント3次元結合体に当接する当接部材が回転するので搬送されるフィラメント3次元結合体の硬さ指数を測定する際に、フィラメント3次元結合体にたわみ及びしわが生じることを防止できる。

【0020】

40

また、本発明に係るフィラメント3次元結合体の製造方法の一つは、複数の溶融フィラメントを供給する溶融フィラメント供給装置と、当該複数の溶融フィラメントを受け入れて融着結合させ、フィラメント3次元結合体を形成する三次元構造形成装置と、を備えたフィラメント3次元結合体製造装置を用いる方法であって、前記形成されるフィラメント3次元結合体の硬さ指数を測定し、その測定結果に応じて、前記フィラメント3次元結合体の硬さの変動が抑制されるように、前記溶融フィラメント供給装置および前記三次元構造形成装置の少なくとも一方の制御を行う製造方法とする。

【0021】

この方法によれば、フィラメント3次元結合体の硬さが種々の要因で変動することであっても、直ぐに所定の硬さに戻すことが出来、その硬さを安定させることが出来る。また

50

上記方法は、前記三次元構造形成装置内に、前記形成されたフィラメント３次元結合体を搬送する搬送部材が設けられ、前記制御は、前記搬送部材の搬送速度の制御である方法としてもよい。この方法によれば、フィラメント３次元結合体のフィラメント密度及びその硬さ指数の変化を効果的に抑えることができる。

【００２２】

また上記構成において、前記溶融フィラメント供給装置は、複数のノズルが形成されており、第一方向に比べて当該第一方向に直交する第二方向が短い形状の口金部と、複数のヒーターと、溶融熱可塑性樹脂を前記口金部へ導く導流路と、を有し、前記口金部へ導かれた溶融熱可塑性樹脂を前記複数のノズルを通して排出することにより、前記複数の溶融フィラメントを供給するように形成されており、前記導流路は、前記第一方向に比べて前記第二方向が狭くなった扁平導流部を含み、前記複数のヒーターは、前記扁平導流部に沿って前記第一方向へ異なる位置にそれぞれ配設されており、前記制御は、前記複数のヒーターそれぞれの出力の制御である構成としてもよい。

10

【００２３】

本構成によれば、例えば横幅の広いマットレス等で使用されるフィラメント３次元結合体を製造する場合であっても、幅方向（第一方向）の溶融熱可塑性樹脂の温度が制御しやすくなり、当該フィラメント３次元結合体の硬さをより適切に制御することが容易となる。一例としては、当該フィラメント３次元結合体の横幅方向の硬さ変化を抑えたり、横幅方向の硬さの違いを所期の状態に調節したりすることが容易となる。

【００２４】

20

また上記構成において、前記扁平導流部における前記第一方向と第二方向の長さの比率は、前記口金部における当該比率より大きい構成としてもよい。また上記構成において、複数の温度センサーが、前記扁平導流部に沿って前記第一方向へ並ぶように配設されている構成としてもよい。本構成によれば、複数の温度センサーも扁平導流部に沿って第一方向へ並ぶように配設されているので、これらの検知結果を利用して各ヒーターの出力を制御することが可能となる。

【００２５】

また上記構成において、前記第一方向へ異なる位置にそれぞれ配設される複数の前記硬さ指数測定装置を有し、前記複数の硬さ指数測定装置それぞれは、対応する位置における前記フィラメント３次元結合体の硬さ指数を測定し、前記コントローラは、前記フィードバック制御として、前記複数の硬さ指数測定装置それぞれの測定結果に基づき、前記複数のヒーターそれぞれの出力を制御する構成としてもよい。

30

【００２６】

本構成によれば、幅方向（第一方向）に配置された複数の硬さ指数測定部で測定された硬さ指数で、フィラメント３次元結合体各部の硬さ指数を測定し、その情報を基に、対応する位置のヒーター出力（温度）を制御することが可能となる。そのため、フィラメント３次元結合体における幅方向（第一方向）の硬さ変化をより確実に抑えることができる。

【００２７】

また本発明に係るフィラメント３次元結合体の製造方法の一つは、第一方向に比べて当該第一方向に直交する第二方向が狭くなった扁平導流部を含む導流路を介して、前記第一方向に比べて前記第二方向が短い形状の口金部へ溶融熱可塑性樹脂を供給する溶融熱可塑性樹脂供給ステップと、前記口金部に形成された複数のノズルに前記溶融熱可塑性樹脂を通し、複数の溶融フィラメントを排出する溶融フィラメント供給ステップと、前記複数の溶融フィラメントを融着結合および冷却固化することにより、フィラメント３次元結合体を形成するフィラメント３次元結合体生成ステップと、前記第一方向に対応するフィラメント３次元結合体の幅方向の複数位置で、各々の硬さ指数を測定する硬さ指数測定ステップと、フィードバックされる前記測定の結果情報を用いて、前記形成されるフィラメント３次元結合体の硬さの変動が抑制されるように、前記扁平導流部に沿って前記第一方向へ並ぶように配設された各ヒーターの温度を制御する温度制御ステップと、を含む製造方法とする。

40

50

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、フィラメント3次元結合体の硬さのばらつきを抑制することができる製造技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】フィラメント3次元結合体製造装置の一例を示す構成図である。

【図2】図1に示すフィラメント3次元結合体製造装置の硬さ指数測定装置のA - A'断面矢視図である。

【図3】図1に示すフィラメント3次元結合体製造装置のブロック図である。

10

【図4A】第1実施形態に係る硬さ指数測定装置の測定前の状態を示す構成図である。

【図4B】第1実施形態に係る硬さ指数測定装置の測定中の状態を示す構成図である。

【図5】第1実施形態に係るフィラメント3次元結合体の製造方法の一例を示すフローチャートである。

【図6A】第2実施形態に係る硬さ指数測定装置（反発圧力を受けていない状態）の構成図である。

【図6B】第2実施形態に係る硬さ指数測定装置（反発圧力を受けている状態）の構成図である。

【図7】第3実施形態に係るフィラメント3次元結合体の製造方法の一例を示すフローチャートである。

20

【図8】第4実施形態に係る硬さ指数測定装置の斜視図である。

【図9】第4実施形態に係る硬さ指数測定装置の別の状態の斜視図である。

【図10A】第4実施形態に係る硬さ指数測定装置の構成図である。

【図10B】第4実施形態に係る硬さ指数測定装置の別の状態の構成図である。

【図11】第5実施形態に係るフィラメント3次元結合体製造装置の構成図である。

【図12】図11に示すフィラメント3次元結合体製造装置のX - X'断面矢視図である。

【図13】図11に示すフィラメント3次元結合体製造装置のブロック図である。

【図14】図11に示すフィラメント排出部（ダイ）の拡大図である。

【図15】図14に示すフィラメント排出部（ダイ）のA - A'断面、B - B'断面、C - C'断面およびD - D'断面矢視図である。

30

【図16】図11に示す反発力測定機の拡大図である。

【図17】図16に示す反発力測定機の側面図である。

【図18】第5実施形態に係るフィラメント3次元結合体製造方法の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0030】

本発明に係るフィラメント3次元結合体製造装置の実施形態として、第1実施形態～第5実施形態の各実施形態を例に挙げ、図面を参照しながら以下に説明する。

【0031】

40

<第1実施形態>

図1は、フィラメント3次元結合体製造装置1の一例を示す構成図である。図2は、図1に示すフィラメント3次元結合体製造装置1のA - A'断面矢視図である。図3は、図1に示すフィラメント3次元結合体製造装置1のブロック図である。なお以下の説明における鉛直方向、第一方向、および第二方向は、図1や図2に示すとおりである。各実施形態において、第一方向と第二方向は、鉛直方向に直交する方向（水平方向）である。また、第一方向と第二方向は互いに直交する。

【0032】

図1において、フィラメント3次元結合体製造装置1は、立体的な網状構造を有する熱可塑性樹脂繊維からなるフィラメント3次元結合体3を製造する装置であり、基本的には

50

押出機 10、形成機 20、及び図 3 に示すコントローラ 30（図 1、図 2 では図示を省略している）から構成されている。なお、以下では、熱可塑性樹脂繊維をフィラメントと呼び、フィラメント 3 次元結合体 3 を 3 D F（3-Dimensional Filaments-linked structure）3 と呼ぶ。また、フィラメント 3 次元結合体製造装置 1 を 3 D F 製造装置 1 と呼ぶ。

【0033】

押出機 10 は溶融フィラメント供給装置の一例であり、溶融状態のフィラメントを形成して、これを形成機 20 に供給する。押出機 10 は、材料投入用のホッパー 11 を備えた加圧部 14、および、口金 16 を有するダイ 15 等を有し、当該口金 16 から溶融状態のフィラメント 2（以下、溶融フィラメント 2 と称することがある）を送出する。ダイ 15 は、加圧部 14 に連設されている。

10

【0034】

前記ホッパー 11 は、フィラメントの材料となる熱可塑性樹脂を押出機 10 内に投入するための材料投入部である。3 D F 3 の材料として用いることのできる熱可塑性樹脂として、たとえば、ポリエチレン、ポリプロピレンなどのポリオレフィン系樹脂、ポリエチレンテレフタレートなどのポリエステル系樹脂、ナイロン 66 などのポリアミド系樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、及びポリスチレン樹脂等を用いることができる。或いは、これらの樹脂をベースとして共重合したコポリマー又はエラストマーが用いられてもよいし、これらの樹脂がブレンドして用いられてもよい。上記の熱可塑性樹脂として、スチレン系エラストマー、塩ビ系エラストマー、オレフィン系エラストマー、ウレタン系エラストマー、ポリエステル系エラストマー、ニトリル系エラストマー、ポリアミド系エラストマー、またはフッ素系エラストマー等の熱可塑性エラストマーを用いることもできる。

20

【0035】

前記加圧部 14 は、内部にシリンダー 14 a が形成され、当該シリンダー 14 a にはスクリーモーター 13 により回転するスクリー 12 が挿通されている。前記シリンダー 14 a の外周にはスクリーヒーター 17 a ~ 17 c が内装されている。前記スクリー 12 は、スクリーヒーター 17 a ~ 17 c により加熱されて溶融する熱可塑性樹脂を加圧しながらダイ 15 に搬送する加圧搬送部材である。スクリーヒーター 17 a ~ 17 c は、シリンダー 14 a 内の熱可塑性樹脂を加熱する加熱部である。

【0036】

ダイ 15 は、加圧部 14 から搬送された溶融状態の熱可塑性樹脂を繊維状の溶融フィラメント 2 にして送出手送部であり、内部には、図 1 において円弧状のダイ導流路 15 a が形成されている。なお、ダイ導流路 15 a は図 2 に示すように口金 16 に向かって広がった形状になっている。ダイヒーター 19 a ~ 19 e はダイ導流路 15 a を通過する溶融フィラメントを加熱する加熱部である。口金 16 は、溶融フィラメント 2 を送出手送部の複数のノズル（不図示）を有するノズル部であって、複数の繊維状の溶融フィラメント 2 を形成する。

30

【0037】

押出機 10 は、図 3 に示すように、温度制御部 40 および加圧制御部 60 を有する。温度制御部 40 は、ダイ温度制御部 41 及びスクリー温度制御部 42 を、回路部として有している。ダイ温度制御部 41 は、コントローラ 30 から出力される制御信号に基づいて、ダイヒーター 19 a ~ 19 e の温度制御を行う。スクリー温度制御部 42 は、コントローラ 30 から出力される制御信号に基づいて、スクリーヒーター 17 a ~ 17 c の温度制御を行う。

40

【0038】

ダイヒーター 19 a ~ 19 e 及びスクリーヒーター 17 a ~ 17 c の近傍には、溶融フィラメントの温度を測定する図示しない温度センサーが各々設けられている。ダイ温度制御部 41 及びスクリー温度制御部 42 は、各温度センサーによって測定される温度を監視しながら、ダイヒーター 19 a ~ 19 e 及びスクリーヒーター 17 a ~ 17 c の出力を制御している。

【0039】

50

前記加圧制御部 60 は、コントローラ 30 から出力される制御信号に基づいて、スクリーモーター 13 の回転数を制御するスクリーモーター回転制御部 61 を有する。

【0040】

押出機 10 は、コントローラ 30 からの制御信号に基づいて動作するスクリー 12、スクリーヒーター 17a ~ 17c、およびダイヒーター 19a ~ 19e 等により、ホッパー 11 から供給された熱可塑性樹脂をシリンダー 14a 内で加熱溶融し、ダイ 15 内部のダイ導流路 15a を経由させて、口金 16 に形成された複数のノズルから複数の溶融フィラメント 2 として導出する。

【0041】

形成機 20 は三次元構造形成装置の一例であり、複数の溶融フィラメント 2 を融着結合および冷却固化することにより、立体的な網状構造の 3DF3 を形成する。形成機 20 は、ダイ 15 から送出された複数の溶融フィラメント 2 を下方で受けてその滞留を促す一对の受け板 22a、22b と、冷却水 21a を蓄える水槽 21 を含む冷却機 20a とを備える。

10

【0042】

一对の受け板 22a、22b はフィラメント結合部の一例であり、図 2 に示すように、第二方向を法線とする面が対称面となるように対向配置されている。一对の受け板 22a、22b の上側部分は、上方から供給される溶融フィラメント 2 をこれらの間に導くように、第一方向に見て、逆「ハ」の字状を形成している。一对の受け板 22a、22b は、これらの間に溶融フィラメント 2 を一時的に滞留させ、水槽 21 内の冷却水 21a の浮力作用も利用して、溶融フィラメント 2 同士の融着結合を促進させる。各受け板 22a、22b の上部には、各受け板 22a、22b の表面全体に冷却水を供給する冷却水供給吸水装置（図示せず）を設けてもよい。冷却水を供給することにより各受け板 22a、22b の温度上昇を防止し、溶融フィラメント 2 が各受け板 22a、22b に融着することを防ぐことができる。

20

【0043】

前記冷却機 20a はフィラメント冷却部の一例であり、融着結合した溶融フィラメント 2 を冷却固化する。冷却機 20a は、冷却水 21a を蓄えた水槽 21、一对の第一無端コンベア 23、一对の第二無端コンベア 24、硬さ指数測定装置 25、複数の搬送ローラ 26a ~ 26g、モーター 27、及び、モーター回転制御部 28 を有する。

30

【0044】

第一無端コンベア 23、第二無端コンベア 24、及び複数の搬送ローラ 26a ~ 26g は、3DF3 を搬送する搬送部材の一部である。一对の第一無端コンベア 23 は、第二方向（3DF3 の厚み方向と同じ）に所定の間隔を設けて平行に配設される。

【0045】

第一無端コンベア 23 は、一对の受け板 22a、22b の鉛直方向下部に設けられ、3次元的に融着結合が進んだ網目状の溶融フィラメント 2 を、冷却水 21a で冷却しながら下方に移動させる。この無端コンベア 23 の搬送速度はフィラメント密度に密接に関係する。即ち、溶融フィラメント 2 の冷却スピードとの関係で、搬送速度が速くなるとフィラメント密度が低くなり、遅くなるとフィラメント密度が高くなる。

40

【0046】

前記一对の第二無端コンベア 24 は、第一無端コンベア 23 の後段（搬送側下流、この実施形態では鉛直下方）において、第二方向に所定の間隔を設けて平行に配設される。この第二無端コンベア 24 は前記第一無端コンベア 23 の下部でほぼ冷却固化された 3DF3 の搬送を強力に推進するものである。前記搬送ローラ 26a ~ 26g は、第二無端コンベア 24 の後段に配設され、第二無端コンベア 24 を通過した 3DF3 を水槽 21 外に搬送するものである。冷却水 21a 内に位置する 3DF3 は、形成機 20（三次元構造形成装置）の作用により冷却状態となっている。

【0047】

硬さ指数測定装置 25 は、3DF3 の硬さ指数を測定する。本発明において硬さ指数と

50

は 3 D F 3 の厚み方向の硬さを示すパラメータであればよく、例えば 3 D F 3 を厚み方向に所定の距離だけ変形させた時の反発力や、3 D F 3 を厚み方向に所定の圧力を加えた時の変形量が使用できる。硬さ指数の測定タイミングとして、本実施形態においては断続的に測定する方法を示しているが、常時 3 D F 3 を厚み方向に所定の距離だけ変形させる方法、あるいは常時 3 D F 3 を厚み方向に所定の圧力を加える方法などにより、反発力あるいは変形量を連続的に測定する方法であってもよい。

【 0 0 4 8 】

本実施形態では、硬さ指数測定装置 2 5 は、第一無端コンベア 2 3 と第二無端コンベア 2 4 との間において、第一方向（3 D F 3 の幅方向と同じ）へ並ぶように複数設けられている（図 2 参照）。すなわち、3 D F 3 の幅方向の 4 か所に、硬さ指数測定装置 2 5 a ~ 2 5 d が水平に配設されている。各硬さ指数測定装置 2 5 a ~ 2 5 d は、第一無端コンベア 2 3 から搬送されてくる 3 D F 3 の硬さ指数を各々測定する。この硬さ指数測定装置 2 5 は、前記の通り、第一無端コンベア 2 3 の下部に設けられているが、これは溶融フィラメント 2 が冷却されて 5 0 以下の 3 D F 3 となる位置に相当する。換言すれば、形成された 3 D F 3 の硬さを即刻測定することが出来る位置である。

10

【 0 0 4 9 】

なお、3 D F 3 の搬送方向（鉛直方向）における硬さ指数測定装置 2 5 の設置位置は、図 2 に例示したものに限定されない。該設置位置は、不可逆的な変形が生じない程度まで冷却固化された 3 D F 3 の硬さ指数を測定可能な位置であれば特に制限はない。たとえば、硬さ指数測定装置 2 5 が各受け板 2 2 a、2 2 b に近過ぎると、3 D F 3 が十分に冷却されず、不可逆的に変形するので好ましくない。一方、硬さ指数測定装置 2 5 が各受け板 2 2 a、2 2 b から遠過ぎると、溶融フィラメント送出量を制御するためのタイムラグが長くなるので好ましくない。また、硬さ指数測定装置 2 5 の個数は、図 2 に例示されたものに限定されず、1 個であってもよいし 4 個以外の複数個であってもよい。硬さ指数測定装置 2 5 の更なる構成については後に説明する。

20

【 0 0 5 0 】

前記冷却機 2 0 a は図 3 に示すようにモーター 2 7、モーター回転制御部 2 8 を有する。前記モーター 2 7 は、3 D F 3 を搬送する搬送部材の駆動部であり、第一無端コンベア 2 3、第二無端コンベア 2 4、及び複数の搬送ローラ 2 6 a ~ 2 6 g を同一速度で駆動し、3 D F 3 を水槽 2 1 外まで搬送する。モーター回転制御部 2 8 は、搬送制御部の一例であり、コントローラ 3 0 から出力される制御信号に基づいてモーター 2 7 の駆動を制御する。

30

【 0 0 5 1 】

図 3 のコントローラ 3 0 は、3 D F 製造装置 1 の各構成部を制御するものである。たとえばコントローラ 3 0 は、送出量制御部の一例であり、硬さ指数測定装置 2 5 から出力される測定データに基づいて、押出機 1 0 での溶融フィラメント 2 の単位時間あたりの送出量を制御する。また、コントローラ 3 0 は入力部 3 1、演算部 3 2、及び出力部 3 3 を備える。

【 0 0 5 2 】

入力部 3 1 は、前記硬さ指数測定装置 2 5 から出力される測定データを受け取る。

40

【 0 0 5 3 】

演算部 3 2 は、入力部 3 1 が受け取った測定データに基づいて、スクリュウヒーター 1 7 a ~ 1 7 c の出力（スクリュウ温度）、及びダイヒーター 1 9 a ~ 1 9 e の出力（ダイ温度）、スクリュウモーター 1 3 及びモーター 2 7 の回転数などの最適な設定値を算出する。この際、演算部 3 2 は、たとえば、硬さ指数測定装置 2 5 a ~ 2 5 d の測定データが示す各硬さ指数の平均値（相加平均、相乗平均、加重平均など）に基づいて演算してもよいし、それらの最大値又は最小値に基づいて演算してもよい。或いは、演算部 3 2 は、たとえば、最大値及び最小値を除く測定値の平均に基づいて演算してもよい。

【 0 0 5 4 】

出力部 3 3 は、演算部 3 2 の算出結果を 3 D F 製造装置 1 の構成部に送る。たとえば、

50

出力部 3 3 は、最適なダイ温度の設定値をダイ温度制御部 4 1 に出力し、最適なスクリー温度をスクリー温度制御部 4 2 に出力する。又出力部 3 3 は、最適なスクリーモーター 1 3 の回転数をスクリーモーター回転制御部 6 1 に出力し、最適なモーター 2 7 の回転数をモーター回転制御部 2 8 に出力する。

【 0 0 5 5 】

次に、硬さ指数測定装置 2 5 の更なる構成を説明する。図 4 A 及び図 4 B は、第 1 実施形態に係る硬さ指数測定装置 2 5 の構成例を示す構成図である。硬さ指数測定装置 2 5 は、対向部材 5 1、加圧部材 5 2、変位部材 5 3、変位センサー 5 4、及び、圧力供給部 5 5 を含む。

【 0 0 5 6 】

対向部材 5 1 及び加圧部材 5 2 は、互いに対向する一对の当接部材の一例である。変位部材 5 3 は、加圧部材 5 2 に固定されるとともに、該加圧部材 5 2 を水平方向（より具体的には、第一方向）へ移動可能に押圧して変位させる。対向部材 5 1 と加圧部材 5 2 の対向方向は第一方向に一致し、加圧部材 5 2 の押圧方向も第一方向となっている。変位センサー 5 4 は、変位部材 5 3 を第一方向に移動可能に支持すると同時に、変位部材 5 3（及び加圧部材 5 2）の移動距離（変位量）を測定する。圧力供給部 5 5 は、変位部材 5 3（及び加圧部材 5 2）に所定の圧力を付与する。

【 0 0 5 7 】

加圧部材 5 2 は、3 D F 3 を挟んで当接した状態（図 4 A を参照）から、変位部材 5 3 の押圧に応じて 3 D F 3 に所定の圧力を加える（図 4 B を参照）。対向部材 5 1 は、加圧部材 5 2 により押圧される 3 D F 3 を反対側から受け止めて、3 D F 3 の撓みを防止する。変位センサー 5 4 は、対向部材 5 1 及び加圧部材 5 2 が 3 D F 3 を挟んで当接した状態において、加圧部材 5 2 が 3 D F 3 に所定の圧力を加える際の変位部材 5 3（及び加圧部材 5 2）の移動距離（変位量）を測定する。その測定結果は、硬さ指数を示す測定データとしてコントローラ 3 0 へ送られる。

【 0 0 5 8 】

なお本実施形態における圧力供給部 5 5 は、耐圧ホース（図示せず）を介して、水槽 2 1 の外部に設けた錘（不図示）を用いて油圧で一定の圧力を付与している。但し、圧力供給部 5 5 は、一定の圧力を付与できる装置であれば特に制限されない。たとえば、硬さ指数を測定する時には錘で変位部材 5 3 に正圧を付与し、硬さ指数を測定しない時には錘を持ち上げて変位部材 5 3 に負圧を与える。こうすることにより、好ましいタイミングで硬さ指数を測定できる。

【 0 0 5 9 】

次に、3 D F 3 の製造方法について説明する。図 5 は、第 1 実施形態に係る 3 D F 3 の製造方法の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 6 0 】

3 D F 3 のフィラメント密度及び硬さ指数は、第一無端コンベア 2 3 などによる 3 D F 3 の搬送速度を速くすると低くなり、逆に第一無端コンベア 2 3 などによる 3 D F 3 の搬送速度を遅くすると高くなる。図 5 のフローは、この作用を用いて、3 D F 3 の単位体積当たりの密度変化及び硬さ指数の変化を抑えるようにした製造方法であって、融着結合及び冷却固化した熔融フィラメント 2 からなる 3 D F 3 の硬さ指数を冷却器 2 a 内に設けた硬さ指数測定装置 2 5 を用いて測定し、得られた測定データを基に第一無端コンベア 2 3 などでの 3 D F 3 の搬送速度（搬送部材全体の搬送速度）を制御している。

【 0 0 6 1 】

まず、ステップ S 1 0 1 では、押出機 1 0 において、ホッパー 1 1 から投入された熱可塑性樹脂をシリンダー 1 4 a 内で加熱して溶融させながらスクリー 1 2 の回転動作で加圧搬送し、ダイ 1 5 の複数のノズルから熔融フィラメント 2 を送出する。ステップ S 1 0 2 では、熔融フィラメント 2 を形成機 2 0 で融着結合及び冷却固化することによって、3 D F 3 を形成する。ステップ S 1 0 3 では、水槽 2 1 内で 3 D F 3 の硬さ指数を測定する。ステップ S 1 0 4 では、硬さ指数の測定データがコントローラ 3 0 に出力される。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 0 5 では、コントローラ 3 0 にて、該測定データが規定範囲内にあるか否かが判断される。測定データが規定範囲内の場合（ステップ S 1 0 5 で Y E S ）、フローは後述するステップ S 1 0 9 に進む。一方、測定データが規定範囲外の場合（ステップ S 1 0 5 で N O ）、フローはステップ S 1 0 6 に進む。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 6 では、コントローラ 3 0 にて、測定データが規定の硬さ指数より高いか低いか判断される。

【 0 0 6 4 】

測定データが規定硬さ指数より低い場合（ステップ S 1 0 6 で N O ）、フローはステップ S 1 0 7 に進む。ステップ S 1 0 7 では、第一無端コンベア 2 3 及びその他を駆動するモーター 2 7 の回転数を所定数（例えば該回転数の 1 % ）下げる。これにより、第一無端コンベア 2 3 の搬送速度を遅くして、3 D F 3 のフィラメント密度を増加させ、その硬さ指数を高く（すなわち硬く）する。そして、図 5 のフローはステップ S 1 0 9 に進む。

10

【 0 0 6 5 】

一方、測定データが規定硬さ指数より高い場合（ステップ S 1 0 6 で Y E S ）、フローはステップ S 1 0 8 に進む。ステップ S 1 0 8 では、第一無端コンベア 2 4 及びその他を駆動するモーター 2 7 の回転数を所定の回転数（例えば 1 % ）上げる。これにより、第一無端コンベア 2 3 の搬送速度を速くして、3 D F 3 のフィラメント密度を低下させ、その硬さ指数を低くする（すなわち柔らかくする）。そして、図 5 のフローはステップ S 1 0 9 に進む。

20

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 0 9 では、3 D F 3 の製造が終了したか否かが判断される。製造が終了していない場合（S 1 0 9 で N O ）、図 5 のフローはステップ S 1 0 1 に戻る。一方、製造が終了した場合（S 1 0 9 で Y E S ）、図 5 のフローは終了する。

【 0 0 6 7 】

以上、本実施形態のフィラメント 3 次元結合体（3 D F ）製造装置 1 は、複数の溶融フィラメント 2 を送出する溶融フィラメント送出装置 1 0 と、溶融フィラメント 2 同士を融着結合させるフィラメント結合部 2 2 a、2 2 b と、融着結合した溶融フィラメント 2 を冷却固化するフィラメント冷却部 2 0 a と、冷却固化した溶融フィラメント 2 からなるフィラメント 3 次元結合体（3 D F ）3 を搬送する搬送部材 2 3、2 4、2 6 a ~ 2 6 g と、フィラメント 3 次元結合体 3 の硬さ指数を測定する硬さ指数測定装置 2 5 と、硬さ指数測定装置 2 5 の測定結果に基づいて、搬送部材 2 3、2 4、2 6 a ~ 2 6 g が搬送するフィラメント 3 次元結合体 3 の搬送速度を制御する搬送制御部 2 8 と、を備える構成とされている。

30

【 0 0 6 8 】

また、本実施形態のフィラメント 3 次元結合体（3 D F ）3 の製造方法は、複数の溶融フィラメント 2 を送出するステップと、溶融フィラメント 2 同士を融着結合させるステップと、融着結合した溶融フィラメント 2 を冷却固化するステップと、冷却固化した溶融フィラメント 2 からなるフィラメント 3 次元結合体（3 D F ）3 を搬送するステップと、フィラメント 3 次元結合体 3 の硬さ指数を測定するステップと、硬さ指数を測定するステップでの測定結果に基づいて、搬送するステップでのフィラメント 3 次元結合体 3 の搬送速度を制御するステップと、を有する方法とされている。

40

【 0 0 6 9 】

このような構成あるいは方法によれば、フィラメント 3 次元結合体 3 の搬送速度を速くすると、単位体積当たりのフィラメント密度が低くなって軟らかくなる。逆に、フィラメント 3 次元結合体 3 の搬送速度を遅くすると、単位体積当たりのフィラメント密度が高くなって硬くなる。この点に着目し、融着結合及び冷却固化した溶融フィラメント 2 からなるフィラメント 3 次元結合体 3 の硬さ指数を、硬さ指数測定装置 2 5 を用いて測定し、その測定結果に基づいてフィラメント 3 次元結合体 3 の搬送速度を制御している。そのため

50

、フィラメント３次元結合体３のフィラメント密度及びその硬さ指数の変化を抑えることができる。従って、フィラメント３次元結合体３を製造する際、その硬さを変化しにくくすることができる。

【００７０】

上記のフィラメント３次元結合体製造装置１は、硬さ指数測定装置２５が、互いに対向する一对の当接部材５１、５２と、少なくとも一方の当接部材５２を変位させる変位部材５３と、該少なくとも一方の当接部材５２の変位量を測定する変位センサー５４と、を有し、変位センサー５４は、一对の当接部材５１、５２がフィラメント３次元結合体３を挟んで当接した状態で該フィラメント３次元結合体３に所定の圧力を加えた際の押圧方向における上記変位量を測定する構成とされる。

10

【００７１】

この構成によれば、硬さ指数測定装置２５をコンパクトに設計できるので、たとえば複数の硬さ指数測定装置２５を設置しても（図２参照）、装置１の大型化を抑えることができる。従って、装置１の小型化に貢献できる。

【００７２】

<第２実施形態>

次に、第２実施形態について説明する。以下では、第１実施形態と異なる構成について説明する。また、第１実施形態と同様の構成部には同じ符号を付し、その説明を省略することができる。

【００７３】

20

図６Ａ及び図６Ｂは、第２実施形態に係る硬さ指数測定装置２５－１の構成例を示す説明図である。第１実施形態の硬さ指数測定装置２５の代わりに、第２実施形態では硬さ指数測定装置２５－１が設けられている。硬さ指数測定装置２５－１は、回転対向部材１５１、回転加圧部材１５２、圧力センサー１５３、及び、圧力センサー支持部１５４を備える。

【００７４】

前記回転対向部材１５１及び回転加圧部材１５２は、３ＤＦ３を挟んで互いに対向する回転可能な一对の当接部材の一例である。回転対向部材１５１及び回転加圧部材１５２の形状は四角柱形状であり、回転軸１５１ａ、１５２ａから見た平面形状は長方形となっている。圧力センサー１５３は、回転加圧部材１５２が受ける反発圧力を測定する。圧力センサー支持部１５４は、圧力センサー１５３を支持する。

30

【００７５】

回転対向部材１５１及び回転加圧部材１５２は、各々加圧回転軸１５２ａおよび回転対向回転軸１５１ａを介して図示しない駆動ギアおよび駆動モーターによって回転駆動されるようになっている。但し、加圧回転軸１５２ａが駆動される際に駆動ギアから受ける力により、圧力センサー１５３の測定値に誤差が生じる可能性がある。そのため、回転対向部材１５１のみ駆動し、回転加圧部材１５２を駆動しない（すなわち従動する）ようにすることもできる。

【００７６】

回転対向部材１５１は対向回転軸１５１ａで回転可能に支持され、回転加圧部材１５２は対向方向に移動可能な加圧回転軸１５２ａで回転可能に支持されている。回転対向部材１５１及び回転加圧部材１５２は、３ＤＦ３を挟んで当接した状態（図６Ａ）において回転することにより、３ＤＦ３に対する当接面を変位させる。また、回転により、両者の対向方向における最短距離は変化する。図６Ｂのように両者間が狭くなると回転対向部材１５１及び回転加圧部材１５２は３ＤＦ３から反発圧力を受ける。圧力センサー１５３は、この反発圧力を測定する（図６Ｂ）。その測定結果（測定データ）はコントローラ３０へ送られる。

40

【００７７】

なお、硬さ指数測定装置２５－１の構成は、図６Ａ及び図６Ｂに例示されたものに限定されない。たとえば回転対向部材１５１及び回転加圧部材１５２は、図６Ａ及び図６Ｂの

50

例示では同じ形状であるが、互いに異なる形状であってもよい。また、両者のうちの少なくとも一方の形状も、回転軸 151a、152a から見て長手方向と短手方向とを有する平面形状を有する柱形状であればよく、たとえば該平面形状が楕円形の円柱形状であってもよい。また、図 6A 及び図 6B の例示では、両者はともに回転可能であるが、いずれか一方が回転可能であってもよい。また、圧力センサー 153 は回転加圧部材 152 と回転対向部材 151 の両方に設けられていてもよい。

【0078】

以上、本実施形態によれば、上記のフィラメント 3 次元結合体製造装置 1 は、硬さ指数測定装置 25 が、互いに対向し且つ少なくとも一方が回転可能な一对の当接部材 151、152 と、当接部材 152 が受ける圧力を測定する圧力センサー 153 と、を有し、一对の当接部材 151、152 の対向方向における最短距離は少なくとも一方の当接部材 151、152 の回転によって変化し、圧力センサー 153 は、一对の当接部材 151、152 がフィラメント 3 次元結合体 3 を挟んで当接した状態で上記少なくとも一方の当接部材 151、152 が回転する際の対向方向における圧力を測定する構成とされる。

【0079】

この構成によれば、一对の当接部材 151、152 のうちの少なくとも一方が、回転することにより、フィラメント 3 次元結合体 3 の搬送方向に追従することができる。従って、一对の当接部材 151、152 間を経由して搬送されるフィラメント 3 次元結合体 3 の硬さ指数を測定する際に、フィラメント 3 次元結合体 3 にたわみ及びしわが生じることを防止できる。

【0080】

< 第 3 実施形態 >

次に、第 3 実施形態について説明する。以下では、第 1 実施形態と異なる構成について説明する。また、第 1 実施形態と同様の構成部には同じ符号を付し、その説明を省略することがある。

【0081】

図 7 は、第 3 実施形態に係るフィラメント 3 次元結合体 (3DF) 3 の製造方法の一例を示すフローチャートである。

【0082】

溶融フィラメント 2 の温度が変化すると、溶融フィラメント 2 の粘度、及び、溶融フィラメント 2 同士の融着結合の強度は変化する。押出機 10 内で溶融フィラメント 2 の粘度が変化すると、複数のノズルから押し出される溶融フィラメント 2 の単位時間あたりの送出量が変化して、3DF3 の単位体積当たりのフィラメント密度も変化する。このほか、押出機 10 内の溶融フィラメント 2 に加えられる圧力が変化しても、複数のノズルから押し出される溶融フィラメント 2 の単位時間あたりの送出量は変化する。これらはいずれも 3DF3 の硬さ指数に影響を与える。図 7 のフローは、このような点に着目し、融着結合及び冷却固化した溶融フィラメント 2 からなる 3DF3 の硬さ指数を、冷却機 20a 内に設けた硬さ指数測定装置 25 を用いて測定し、得られた測定データを基に押出機 10 での溶融フィラメント 2 の送出量を制御している。この制御により、3DF3 の単位体積当たりの密度変化及び硬さ指数の変化を抑えている。

【0083】

まず、ステップ S201 では、押出機 10 において、ホッパー 11 で投入された熱可塑性樹脂をシリンダー 14a 内で加熱して溶融させながら加圧搬送し、ダイ 15 の複数のノズルから溶融フィラメント 2 を送出する。ステップ S202 では、溶融フィラメント 2 を形成機 20 で融着結合及び冷却固化することによって、3DF3 を形成する。ステップ S203 では、水槽 21 内で 3DF3 の硬さ指数を測定する。ステップ S204 では、硬さ指数の測定データがコントローラ 30 に出力される。

【0084】

ステップ S205 では、コントローラ 30 にて、該測定データが規定範囲内にあるか否かが判断される。測定データが規定範囲内の場合 (ステップ S205 で YES)、フロー

10

20

30

40

50

は後述するステップS 2 1 3に進む。一方、測定データが規定範囲外の場合（ステップS 2 0 5でNO）、フローはステップS 2 0 6に進む。

【0085】

ステップS 2 0 6では、コントローラ30にて、規定範囲内の場合は測定データが規定の硬さ指数より高いか否かが判断される。

【0086】

測定データが規定硬さ指数より低い場合（ステップS 2 0 6でNO）、ステップS 2 0 7に進む。ステップS 2 0 7では、ダイヒーター19a～19eの出力を上げて、溶融フィラメント2の温度を所定温度（例えば2 ）上げる。さらに、ステップS 2 0 8において、スクリーヒーター17a～17cの出力を上げて、その制御温度を所定温度（例え 10
ば2 ）上げる。また、ステップS 2 0 9において、押出機10のスクリー12の回転数を所定数（例えば2 %）上げる。これらにより、単位時間あたりの溶融フィラメント2の送出量を増加させる。そして、フローはステップS 2 1 3に進む。

【0087】

一方、測定データが規定硬さ指数より高い場合（ステップS 2 0 6でYES）、ステップS 2 1 0に進む。ステップS 2 1 0では、ダイヒーター19a～19eの出力を下げて、溶融フィラメント2の温度を所定温度（例えば2 ）下げる。さらに、ステップS 2 1 1において、スクリーヒーター17a～17cの出力を下げて、その制御温度を所定温度（例えば2 ）下げる。また、ステップS 2 1 2において、押出機10のスクリー1 20
2の回転数を所定数（例えば2 %）下げる。これらにより、単位時間あたりの溶融フィラメント2の送出量を減少させる。そして、フローはステップS 2 1 3に進む。

【0088】

ステップS 2 1 3では、3DF3の製造を終了したか否かが判断される。製造を終了していない場合（S 2 1 3でNO）、図7のフローはステップS 2 0 1に戻る。一方、製造を終了した場合（S 2 1 3でYES）、図7のフローは終了する。なお、上記フローチャートにおいては、溶融フィラメント2の温度として、ダイヒーター19a～19eの近傍に設けられる温度センサーの値を監視しながら、その温度センサーが検出する温度が所定の値になるように、ダイヒーター19a～19eの出力を制御しているが、溶融フィラメント2（温度センサーが検知する温度）の周期的な変動を予測して、その変動幅が小さく 30
なるように、ダイヒーター19a～19eの出力を制御する方法であってもよい。

【0089】

以上に説明した3DF製造装置1は、複数の溶融フィラメント2を送出する溶融フィラメント送出装置10と、溶融フィラメント2同士を融着結合させるフィラメント結合部22a、22bと、融着結合した溶融フィラメント2を冷却固化するフィラメント冷却部20aと、冷却固化した溶融フィラメント2からなるフィラメント3次元結合体3の硬さ指数を測定する硬さ指数測定装置25と、硬さ指数測定装置25の測定結果に基づいて、溶融フィラメント送出装置10での溶融フィラメント2の単位時間当たりの送出量を制御する送出量制御部30と、を備えた構成となっている。

【0090】

当該構成によれば、溶融フィラメント2の単位時間あたりの送出量が変わると、3DF3の単位体積当たりのフィラメント密度及び硬さ指数が変化する。この点に着目し、融着結合及び冷却固化した溶融フィラメント2からなるフィラメント3次元結合体3の硬さ指数を、硬さ指数測定装置25を用いて測定し、その測定結果に基づいて溶融フィラメント送出装置10の送出量を制御している。そのため、フィラメント3次元結合体3のフィラメント密度及びその硬さ指数の変化を抑えることができる。従って、フィラメント3次元結合体3を製造する際、その硬さを変化しにくくすることができる。 40

【0091】

なお、以上に説明した各実施形態に係る3DF3の製造方法は、複数の溶融フィラメント2を送出するステップと、溶融フィラメント2同士を融着結合させるステップと、融着結合した溶融フィラメント2を冷却固化するステップと、冷却固化した溶融フィラメント 50

2 からなるフィラメント 3 次元結合体 3 の硬さ指数を測定するステップと、硬さ指数を測定するステップでの測定結果に基づいて、送出するステップでの溶融フィラメント 2 の単位時間当たりの送出量を制御するステップと、を含む方法となっている。

【 0 0 9 2 】

3 D F 3 の製造方法に関して、第 1 実施形態（図 5 参照）と第 3 実施形態（図 7 参照）では異なる制御が行われるが、同じ装置においてこれら両方の制御が行われるようにしてもよい。すなわち、硬さ指数測定装置 2 5 の測定データが規定の硬さ指数よりも高いか否か（図 5 の S 1 0 6、図 7 の S 2 0 6）に応じて、硬さ指数測定装置 2 5 の測定結果に基づく 3 D F 3 の搬送速度の制御（図 5 の S 1 0 7、S 1 0 8）を行うとともに、該測定結果に基づく溶融フィラメント 2 の単位時間当たりの送出量の制御（図 7 の S 2 0 7 ~ S 2 0 9、S 2 1 0 ~ S 2 1 2）を行ってもよい。

10

【 0 0 9 3 】

また、第 1 実施形態の 3 D F 3 の製造方法では、硬さ指数測定装置 2 5 の測定データが規定の硬さ指数よりも高いか否か（図 5 の S 1 0 6）に応じて、モーター 2 7 の回転数を所定数ずつ増加（S 1 0 8）又は低減（S 1 0 7）させている。しかしこのようにする代わりに、図 5 の S 1 0 7 及び S 1 0 8 において、モーター 2 7 の回転数は測定データ（硬さ指数の測定値）と規定の硬さ指数との差に応じて算出された数値で増減されてもよい。

【 0 0 9 4 】

また、第 3 実施形態の 3 D F 3 の製造方法では、硬さ指数測定装置 2 5 の測定データが規定の硬さ指数よりも高いか否か（図 7 の S 2 0 6）に応じて、ダイヒーター 1 9 a ~ 1 9 e 及びスクリーヒーター 1 7 a ~ 1 7 c の出力、スクリー 1 2 の回転数をそれぞれ所定値ずつ増加（S 2 0 7 ~ S 2 0 9）又は低減（S 2 1 0 ~ S 2 1 2）させている。しかしこのようにする代わりに、図 7 の S 2 0 7 ~ S 2 0 9 及び S 2 1 0 ~ S 2 1 2 において、ダイヒーター 1 9 a ~ 1 9 e 及びスクリーヒーター 1 7 a ~ 1 7 c の出力、スクリー 1 2 の回転数は測定データ（硬さ指数の測定値）と規定の硬さ指数との差に応じて算出された数値で増減されてもよい。

20

【 0 0 9 5 】

< 第 4 実施形態 >

次に、第 4 実施形態について説明する。以下では、第 1 実施形態と異なる構成について説明する。また、第 1 実施形態と同様の構成部には同じ符号を付し、その説明を省略することがある。

30

【 0 0 9 6 】

図 8 は、第 4 実施形態に係る硬さ指数測定装置 2 5 - 2 の斜視図であり、図 9 は、硬さ指数測定装置 2 5 - 2 の 3 D F 3 を挟んだ状態における斜視図である。図 1 0 A および図 1 0 B は、硬さ指数測定装置 2 5 - 2 の第一方向に見た場合の構成図である。第 1 実施形態の硬さ指数測定装置 2 5 の代わりに、第 4 実施形態では硬さ指数測定装置 2 5 - 2 が設けられている。硬さ指数測定装置 2 5 - 2 は、第 1 円板部材 1 6 1、第 1 回転軸 1 6 2、第 2 円板部材 1 7 1、第 2 回転軸 1 7 2、および一对の支持部材 1 8 0 a、1 8 0 b を備える。

【 0 0 9 7 】

40

第 1 回転軸 1 6 2 と第 2 回転軸 1 7 2 は、何れも第一方向へ伸びる棒状の部材であり、3 D F 3 の搬送経路を挟んで第二方向へ並ぶように、一对の支持部材 1 8 0 a、1 8 0 b に支持されている。より具体的には、一对の支持部材 1 8 0 a、1 8 0 b は、3 D F 3 の搬送経路を挟んで第一方向へ対向するように設けられている。また、各回転軸 1 6 2、1 7 2 の一端は、支持部材 1 8 0 a に支持されており、各回転軸 1 6 2、1 7 2 の他端は、支持部材 1 8 0 b に支持されている。

【 0 0 9 8 】

第 1 円板部材 1 6 1 は、第 1 回転軸 1 6 2 の長手方向中央付近に、第 1 回転軸 1 6 2 と同軸に設けられた円板状の部材である。第 2 円板部材 1 7 1 は、第 2 回転軸 1 7 2 の長手方向中央付近に、第 2 回転軸 1 7 2 と同軸に設けられた円板状の部材である。各円板部材

50

１６１、１７１は、３ＤＦ３を挟んで第二方向に対向するように配置されている。

【００９９】

一对の支持部材１８０ａ、１８０ｂは、各回転軸１６２、１７２を回転可能に支持するとともに、不図示の油圧システムにより、各回転軸１６２、１７２を互いに近づける方向へ移動させることが可能である。これにより、各回転軸１６２、１７２の間隔を所定値（３ＤＦ３の厚みより小さい値）として、各円板部材１６１、１７１の状態を、３ＤＦ３を圧縮しない状態（図１０Ａを参照）から、３ＤＦ３を第二方向へ圧縮する状態（図１０Ｂを参照）へ遷移させることが可能である。

【０１００】

図１０Ｂに示す状態の各円板部材１６１、１７１は、３ＤＦ３を第二方向へ押付けながら、３ＤＦ３の搬送速度に応じた速さで回転する。また各支持部材１８０ａ、１８０ｂは、各回転軸１６２、１７２間の反発力を測定する圧力センサを備えている。この圧力センサは、当該反発力を連続して測定するようになっており、当該測定された値の情報を、３ＤＦ３の硬さ指数を示す情報としてコントローラ３０へ出力する。

10

【０１０１】

以上に説明したように、本実施形態に係る硬さ指数測定装置２５－２は、各円板部材１６１、１７１の外周面が３ＤＦ３へ密着するようにした連続測定型の反発力測定機となっており、３ＤＦ３の硬さ指数の情報を連続して取得することが可能である。また各円板部材１６１、１７１は、３ＤＦ３の搬送速度に応じて回転するため、３ＤＦ３との間に生じる摩擦は極力抑えられる。なお硬さ指数測定装置２５－２において、各円板部材１６１、

20

１７１の位置、個数、或いは外周面の幅寸法（第一方向寸法）などの具体的仕様については、適宜変更されても構わない。

【０１０２】

< 第５実施形態 >

次に第５実施形態について説明する。図１１は、本実施形態に係るフィラメント３次元結合体製造装置２０１の構成図である。図１２は、図１１に示すフィラメント３次元結合体製造装置２０１のＸ－Ｘ'断面矢視図である。また図１３は、３次元結合体製造装置２０１のブロック図である。

【０１０３】

フィラメント３次元結合体製造装置２０１は、立体的な網状構造を有する熱可塑性樹脂繊維からなるフィラメント３次元結合体２０３を製造する装置であり、熔融フィラメント供給装置２１０、３次元結合体形成装置２３０、およびコントローラ２５０（図１１、図１２では図示を省略している）を備える。なお、フィラメント３次元結合体２０３を３ＤＦ２０３と称することがある。またフィラメント３次元結合体製造装置２０１を、３ＤＦ製造装置２０１と称することがある。

30

【０１０４】

熔融フィラメント供給装置２１０には、加圧熔融部２１１（押出機）と、フィラメント排出部２１２（ダイ）が設けられている。加圧熔融部２１１は、フィラメントの材料となる熱可塑性樹脂を投入するための材料投入部２１３（ホッパー）、スクリー２１４、スクリーモーター２１５、およびスクリーヒーター２１６ａ、２１６ｂ、２１６ｃ（こ

40

れらを総称して「スクリーヒーター２１６」とする）を備えている。

【０１０５】

加圧熔融部２１１内に形成されるシリンダー２１１ａには、スクリーモーター２１５により回転するスクリー２１４が挿通されており、シリンダー２１１ａの外周にはスクリーヒーター２１６が設けられている。スクリー２１４は、スクリーヒーター２１６により加熱されて熔融する熱可塑性樹脂を加圧しながらフィラメント排出部２１２に搬送する。このように加圧熔融部２１１は、材料投入部２１３から供給された熱可塑性樹脂をシリンダー２１１ａ内で加熱熔融した後、熔融熱可塑性樹脂としてシリンダー排出口２１１ｂからフィラメント排出部２１２に供給する。

【０１０６】

50

フィラメント排出部 212 は、加圧溶融部 211 から搬送された溶融熱可塑性樹脂を繊維状の溶融フィラメント 202 にして送出する。フィラメント排出部 212 には、複数のノズルからなるノズル群が形成された口金 217、第一ダイヒーター 218、第二ダイヒーター 219、第三ダイヒーター 220、第一温度センサー 221、第二温度センサー 222、第三温度センサー 223、およびダイ温度制御部 224 が設けられている。フィラメント排出部 212 には、加熱溶融部 211 から排出された溶融熱可塑性樹脂を口金 217 に導く導流路 212a が形成されている。導流路 212a の構成等については、改めて詳細に説明する。

【0107】

口金 217 は、水平な第一方向（図 12 の左右方向に一致し、3DF203 の幅方向に相当する）に長く、水平であって第一方向に直交する第二方向（図 11 の左右方向に一致し、3DF203 の厚み方向に相当する）に短い直方体形状を有する。当該直方体形状の具体的寸法は、例えば、第一方向に 1～2m 程度であり、第二方向に 10～20cm 程度であり、これら各方向に直交する方向（厚みの方向であり、鉛直方向に一致する）に 4～10cm 程度である。口金 217 には、複数のノズルが鉛直方向に伸びるよう形成されており、その複数のノズルから複数の溶融状態のフィラメント 202 が排出されるようになっている。当該ノズルそれぞれは、例えば、第一方向と第二方向へ複数個が並ぶように下方から見て略格子状に配置される。

【0108】

第一～第三ダイヒーター 218～220 は、それぞれ 4 つのヒーター（第一ダイヒーター 218a～218d、第二ダイヒーター 219a～219d、第三ダイヒーター 220a～220d）で構成されている。第一温度センサー 221 は第一ダイヒーター 218 それぞれの中央部の温度を測定するように、第二温度センサー 222 は第二ダイヒーター 219 それぞれの中央部の温度を測定するように、第三温度センサー 223 は第三ダイヒーター 220 それぞれの中央部の温度を測定するように、各々配設されている。

【0109】

ダイ温度制御部 224 は、第一～第三温度センサー 221～223 によって測定される温度を監視しながら、第一～第三ダイヒーター 218～220 の出力を各々制御する。これにより、第一～第三温度センサー 221～223 付近の溶融熱可塑性樹脂の温度を制御し、溶融フィラメント 202 の温度を制御できるようになっている。なお溶融フィラメント供給装置 210 には、スクリーヒーター 216 の出力を制御する不図示のスクリー温度制御部も設けられている。

【0110】

3次元結合体形成装置 230 は、フィラメント結合部 231 と、冷却部 232 と、反発力測定部 233 を有し、複数の溶融フィラメントを融着結合および冷却固化することにより 3DF203 を形成する。

【0111】

フィラメント結合部 231 は、中央部に向けて傾斜して（第一方向に見て逆「八」の字を形成するように）対向配置される一対の受け板 231a、231b からなり、口金 217 のノズル群の鉛直方向下部に設けられている。受け板 231a、231b は、溶融フィラメント 202 を一時的に滞留させると同時に水槽 234 内の冷却水の浮力作用とともに、溶融フィラメント 202 同士を融着結合を促進させる。受け板 231a、231b の上部には、受け板 231a、231b の表面全体に冷却水を供給する冷却水供給吸水装置（図示せず）を設けてもよい。冷却水を供給することにより受け板 231a、231b の温度上昇を防止し、溶融フィラメント 202 が受け板 231a、231b に融着することを防止できる。

【0112】

なお、本実施形態においては、受け板 231a、231b は傾斜面の途中で垂直方向に折れ曲がった形状を有し、第二方向（3DF203 の厚み方向）に所定の間隙を設けて配設されている。また受け板 231a、231b により、3DF203 の厚み方向の寸法等

10

20

30

40

50

が調整される。

【0113】

冷却部232は、冷却水を貯留する水槽234、3DF203を搬送する一对の第一無端コンベア235と一对の第二無端コンベア236、複数の搬送ローラ237a~237g（これらを総称して「搬送ローラ237」とする）、および搬送モータ238を有する。搬送モータ238は、第一無端コンベア235、第二無端コンベア236、および複数の搬送ローラ237a~237gを、図示しないギアを介して駆動するものであり、搬送モータ制御部239によって動作制御される。

【0114】

一对の第一無端コンベア235は、受け板231a, 231bの鉛直方向下部において、3DF203を挟んで対向するように所定の間隔を設けて平行に配設されている。一对の第二無端コンベア236は、第一無端コンベア235の搬送側下流側（本実施形態では下方）において、3DF203を挟んで対向するように所定の間隔を設けて平行に配設されている。冷却部232は、3次元的に結合した溶融フィラメント（3次元結合形成後の溶融フィラメント）を冷却固化させて、3DF203を形成する。

【0115】

反発力測定部233は、第一温度センサー221の鉛直方向下部に設けられる第一反発力測定機240、第二温度センサー222の鉛直方向下部に設けられる第二反発力測定機241、および、第三温度センサー223の鉛直方向下部に設けられる第三反発力測定機242を有する。これらの反発力測定機240~242は、3DF203の硬さ指数を測定する硬さ指数測定装置の一例である。反発力測定部233は、3DF203の幅方向における左端部、中央部、および右端部（それぞれ図12での左端、中央、右端の部分）の反発力を測定し、その測定データを硬さ指数としてコントローラ250に送信する。

【0116】

コントローラ250は、各反発力測定機240~242から出力される測定データを受け取る入力部と、測定データを基に最適な制御温度を算出する演算部と、最適な制御温度をダイ温度制御部224に送信する出力部を備える。コントローラ250は、各反発力測定機240~242から出力される測定データを基に、3DF203の幅方向における左端部、中央部、右端部に対応するダイ内の溶融熱可塑性樹脂の温度を制御することにより、3DF203の幅方向における左端部、中央部、右端部の硬さを制御するようになっている。

【0117】

本実施形態において各反発力測定機240~242は、第一無端コンベア235と第二無端コンベア236の間に幅方向へ水平に並ぶよう配設されている。各反発力測定機240~242は、第一無端コンベア235から搬送されてくる3DF203の硬さ指数を各々測定する。

【0118】

3DF203の搬送方向（鉛直方向）における各反発力測定機240~242の設置位置は、上記形態に限られるものではない。但し、各反発力測定機240~242がフィラメント結合部231に近すぎると、3DF203が十分に冷却されず、3DF203の圧縮された箇所が不可逆的に変形するので好ましくない。一方、各反発力測定機240~242がフィラメント結合部231から遠すぎると、溶融フィラメント排出量を制御するためのタイムラグが長くなるので好ましくない。これらの点を考慮して、各反発力測定機240~242を適切な位置に設置することが好ましい。

【0119】

図14(a)は、図11に示すフィラメント排出部212の拡大図であり、図14(b)は、図14(a)に示すフィラメント排出部の上面図である。図15(a)~(d)は、それぞれ図14に示すフィラメント排出部12のA-A'断面矢視図、B-B'断面矢視図、C-C'断面矢視図、およびD-D'断面矢視図である。

【0120】

図14および図15に示すように、フィラメント排出部212内に形成される導流路212aは、扁平導流部212a1を含む。扁平導流部212a1は、第一方向(図14各図での左右方向)に広く、第二方向(図15各図での左右方向)に狭くなっている。より具体的に説明すると、扁平導流部212a1の第一方向寸法は下側へ進むにつれて大きくなり、最下部では口金217の第一方向寸法とほぼ同等である。また扁平導流部212a1の第二方向寸法は、口金217の第二方向寸法の半分以下である。このように扁平導流部212a1は、各ダイヒーター218~220を用いて、そのダイヒーターに対応する位置を通る熔融熱可塑性樹脂の温度制御を精度良く行うことが出来るように、第二方向の寸法が十分に小さくされている。

【0121】

扁平導流部212a1の導流路の厚み(本実施形態の第二方向寸法に相当)としては、1mm以上20mm以下に設定するのが好ましく、2mm以上7mm以下がさらに好ましい。導流路の厚みが20mmを超えると、熔融熱可塑性樹脂の温度制御が困難になり、逆に導流路の厚みが1mm未満になると、熔融熱可塑性樹脂が導流路内を通過する際の抵抗が大きくなり、熔融フィラメントの排出レートが変動しやすくなる。また、扁平導流部212a1の導流路の長さ(鉛直方向長さ)としては、50mm以上300mm以下が好ましい。導流路の長さが50mm未満では、熔融熱可塑性樹脂の温度がばらつきやすくなり、導流路の長さが300mmを超えると装置が大きくなりすぎるデメリットが生じる。このように扁平導流部212a1を薄い形状としたことにより、その内部の熔融熱可塑性樹脂へ各ダイヒーター218~220の熱を効率良く伝え、当該熔融熱可塑性樹脂の温度制御を精度良く行うことが可能である。

【0122】

本実施形態においては12本のダイヒーター(第一ダイヒーター218a~218d、第二ダイヒーター219a~219d、および第三ダイヒーター220a~220dであり、それぞれ鉛直方向に伸びている)が、図14(b)に示すように、扁平導流部212a1の前後の壁(第一方向へ延びる壁)に沿って並ぶように配置されている。このように各ダイヒーター218~220は、扁平導流部212a1に沿って第一方向に均等に配設されている。

【0123】

図14(b)を見て具体的に説明すると、扁平導流部212a1の左寄り部分の近傍において、左側には2個の第一ダイヒーター218a, 218bが扁平導流部212a1を第二方向に挟んで対向配置されており、右側には残りの第一ダイヒーター218c, 218dが扁平導流部212a1を第二方向に挟んで対向配置されている。また扁平導流部212a1の中央寄り部分の近傍において、左側には2個の第二ダイヒーター219a, 219bが扁平導流部212a1を第二方向に挟んで対向配置されており、右側には残りの第二ダイヒーター219c, 219dが扁平導流部212a1を第二方向に挟んで対向配置されている。また扁平導流部212a1の右寄り部分の近傍において、左側には2個の第三ダイヒーター220a, 220bが扁平導流部212a1を第二方向に挟んで対向配置されており、右側には残りの第三ダイヒーター220c, 220dが扁平導流部212a1を第二方向に挟んで対向配置されている。

【0124】

また、第一温度センサー221が第一ダイヒーター218a~218dそれぞれの中央部の温度を測定する位置に配設されており、第二温度センサー222が第二ダイヒーター219a~219dそれぞれの中央部の温度を測定する位置に配設されており、第三温度センサー223が第三ダイヒーター220a~220dそれぞれの中央部の温度を測定する位置に配設されている。このようにして各温度センサー221~223は、扁平導流部212bに沿って第一方向に配設されている。

【0125】

更に図14に示すように、扁平導流部212bの鉛直方向上部(上流側)には、扁平導流部212bの幅(第二方向寸法)よりも広い幅を有する管状導流部212a2が、第一

10

20

30

40

50

方向の中央部から両端部に向けて下り勾配（図 1 4（a）参照）となるように形成されている。つまり導流路 2 1 2 は、扁平導流部 2 1 2 a 1 に比べて第二方向に広くされた管状導流部 2 1 2 a 2 を含んでおり、管状導流部 2 1 2 a 2 は、扁平導流部 2 1 2 a 1 の鉛直方向上側の縁に沿うように伸びている。

【0 1 2 6】

また管状導流部 2 1 2 a 2 の第一方向中央部は、シリンダー排出口 2 1 1 b に繋がる連結口となっており、加圧溶融部 2 1 1 から溶融熱可塑性樹脂が送出されるようになっている。当該構成により、シリンダー排出口 2 1 1 b から導流路 2 1 2 へ送られた溶融熱可塑性樹脂を、直接的に扁平導流部 2 1 2 b へ送る他、管状導流部 2 1 2 a 2 を介して扁平導流部 2 1 2 a 1 へ送ることも可能となっている。

10

【0 1 2 7】

扁平導流部 2 1 2 a 1 内を通過する溶融熱可塑性樹脂の流速に比べ、管状導流部 2 1 2 a 2 内では溶融熱可塑性樹脂の流速が遅くなり、溜めが形成されるような状態となって内圧が安定する。そのため、扁平導流部 2 1 2 a 1 内の溶融熱可塑性樹脂の流速が小刻みに変化する脈動を抑えることが可能となっている。

【0 1 2 8】

また図 1 5 に示すように、口金 2 1 7 の上側には、ノズル群全体へ繋がるように第一方向と第二方向へ薄く広がる拡張導流部 2 1 2 a 3 が形成されている。拡張導流部 2 1 2 a 3 と口金 2 1 7 は、第一方向および第二方向寸法がほぼ同等である。扁平導流部 2 1 2 a 1 の下端は、拡張導流部 2 1 2 a 3 の第二方向中央位置に接続している。これにより、扁平導流部 2 1 2 a 1 を通ってきた溶融熱可塑性樹脂を、拡張導流部 2 1 2 a 3 を介して全てのノズルに供給することが可能である。

20

【0 1 2 9】

なお、扁平導流部 2 1 2 a 1 の左側寄りを通った（第一ダイヒーター 2 1 8 の影響を強く受けた）溶融熱可塑性樹脂は、口金 2 1 7 の左側寄りのノズルに供給され、3 D F 2 0 3 の左側寄りの部位の形成に用いられ易い。この部位の硬さ指数は、左寄りに設けられた第一反発力測定機 2 4 0 により測定されることとなる。

【0 1 3 0】

扁平導流部 2 1 2 a 1 の中央寄りを通った（第二ダイヒーター 2 1 9 の影響を強く受けた）溶融熱可塑性樹脂は、口金 2 1 7 の中央寄りのノズルに供給され、3 D F 2 0 3 の中央寄りの部位の形成に用いられ易い。この部位の硬さ指数は、中央寄りに設けられた第二反発力測定機 2 4 1 により測定されることとなる。

30

【0 1 3 1】

扁平導流部 2 1 2 a 1 の右側寄りを通った（第三ダイヒーター 2 2 0 の影響を強く受けた）溶融熱可塑性樹脂は、口金 2 1 7 の右側寄りのノズルに供給され、3 D F 2 0 3 の右側寄りの部位の形成に用いられ易い。この部位の硬さ指数は、右寄りに設けられた第三反発力測定機 2 4 2 により測定されることとなる。

【0 1 3 2】

図 1 6 は、図 1 1 に示す 3 D F 製造装置 2 0 1 における第一反発力測定機 2 4 0 の拡大図である。図 1 6（a）は、3 D F 2 0 3 を圧縮していない状態を示し、図 1 6（b）は、3 D F 2 0 3 を圧縮している状態を示す。図 1 7 は、図 1 6 に示す第一反発力測定機 2 4 0 の左側面図である。図 1 7（a）は、加圧部 2 6 0 の左側面図であり、図 1 7（b）は、反発力測定部 2 7 0 の左側面図である。なお複数の反発力測定機 2 4 0 ~ 2 4 2 は全て同等の構造を有するので、ここでは代表して第一反発力測定機 2 4 0 の構造について説明し、他の反発力測定器 2 4 1, 2 4 2 の構造については説明を省略する。

40

【0 1 3 3】

第一反発力測定機 2 4 0 は、加圧部 2 6 0 と反発力測定部 2 7 0 を含み、送られてくる 3 D F 2 0 3 を挟む位置に設けられている。加圧部 2 6 0 は、回転することにより加圧面 2 6 2 a が変位する突起部 2 6 2 を有する円筒形の回転加圧部材 2 6 1 と、それを回転可能に軸支する第一回転軸 2 6 3 を含む。回転加圧部材 2 6 1 は、搬送されてくる 3 D F 2

50

０３との摩擦力により回転するようになっている。

【０１３４】

反発力測定部２７０は、円筒形の回転部材２７１と、それを回転可能に軸支する第二回転軸２７２と、第二回転軸２７２を回転可能に両端で支える２つのベアリング部２７３（２７３ａ、２７３ｂ）と、圧力測定部２７４を有する。圧力測定部２７４は、２つのベアリング部２７３（２７３ａ、２７３ｂ）を支持すると同時に、回転部材２７１が３ＤＦ２０３から受ける力（圧力）を測定する圧力センサー（図示しない）を有する。回転部材２７１は、搬送されてくる３ＤＦ２０３との摩擦力により回転するようになっている。

【０１３５】

図１６（ｂ）に示すように、回転加圧部材２６１の突起部２６２の加圧面２６２ａが、３ＤＦ２０３に接触すると、３ＤＦ２０３が、反発力測定部２７０の回転部材２７１との間で圧縮され、その時の反発力が圧力測定部２７４で測定されるようになっている。

【０１３６】

圧力測定部２７４による測定結果のデータ（測定データ）は、硬さ指数としてコントローラ２５０に出力される。本実施形態においては、３ＤＦ２０３に圧縮力を付与する突起部を加圧部２６０側に設けているが、反発力測定部２７０側に設けてもよいし両側に設けてもよい。また、３ＤＦ２０３との摩擦力を高めるために、回転加圧部材２６１や回転部材２７１の表面に凹凸を設けることが好ましい。

【０１３７】

図１８は、本発明の実施形態に係るフィラメント３次元結合体製造方法の一例を示すフローチャートである。当該製造方法は、これまでに説明した３ＤＦ製造装置２０１により実施可能であるが、当該製造方法またはこれに準じた製造方法が他の製造装置等を用いて実施されても構わない。３ＤＦ製造装置２０１による当該製造方法の流れについて、図１８を参照しながら以下に説明する。

【０１３８】

まずステップＳ１の処理として、溶融フィラメント供給装置２１０は熱可塑性樹脂を加熱および加圧し、口金２１７における複数のノズルから溶融フィラメント２０２を排出する。更にステップＳ２の処理として、３次元結合体形成装置２３０は当該排出された溶融フィラメント２０２を融着結合・冷却固化し、３ＤＦ２０３を形成する。

【０１３９】

次に、ステップＳ３の処理として、各反発力測定機２４０～２４２は３ＤＦ２０３の硬さ指数を測定する。更にステップＳ４の処理として、反発力測定部２３３は硬さ指数の測定データ（第一～第三反発力測定機２４０～２４２の測定データ）をコントローラ２５０へ出力する。

【０１４０】

ステップＳ５の処理として、コントローラ２５０は、第一反発力測定機２４０の測定データが規定範囲Ｒ１内にあるか否かを判断する。なお規定範囲Ｒ１は、例えば、３ＤＦ２０３の第一反発力測定機２４０に対応する位置における所期の硬さ指数を基準にした、許容範囲に相当する。ステップＳ５の判断の結果、当該測定データが規定範囲Ｒ１内にある場合には（ステップＳ５のＹＥＳ）、ステップＳ９の処理に進み、規定範囲Ｒ１を逸脱している場合には（ステップＳ５のＮＯ）、ステップＳ６の処理に進む。

【０１４１】

ステップＳ６の処理として、コントローラ２５０は、第一反発力測定機２４０の測定データが規定範囲Ｒ１より高いか否かを判断する。その結果、当該測定データが規定範囲Ｒ１より低い場合（つまり、規定範囲Ｒ１を下側に逸脱している場合）は、ステップＳ７の処理に進む。ステップＳ７では、第一温度センサー２２１の検出温度が所定温度（例えば１）上がるように、第一ダイヒーター２１８の出力制御（目標温度の設定変更など）を行い、ステップＳ９の処理に進む。この際、他のダイヒーターの出力について必要な調節が行われるようにしても構わない。

【０１４２】

10

20

30

40

50

一方、第一反発力測定機 2 4 0 の測定データが規定範囲 R 1 より高い場合（つまり、規定範囲 R 1 を上側に逸脱している場合）は、ステップ S 8 の処理に進む。ステップ S 8 では、第一温度センサー 2 2 1 の検出温度が所定温度（例えば 1 ）下がるように、第一ダイヒーター 2 1 8 の出力制御（目標温度の設定変更など）を行い、ステップ S 9 の処理に進む。この際、他のダイヒーターの出力について必要な調節が行われるようにしても構わない。

【 0 1 4 3 】

ステップ S 6 ~ S 8 の処理によれば、第一反発力測定機 2 4 0 の測定データが規定範囲 R 1 を下側に逸脱している場合（つまり、軟らか過ぎる場合）には、第一ダイヒーター 2 1 8 の出力が上がるように制御され、上側に逸脱している場合（つまり、硬過ぎる場合）には、第一ダイヒーター 2 1 8 の出力が下がるように制御されることになる。

10

【 0 1 4 4 】

次にステップ S 9 の処理として、コントローラ 2 5 0 は、第二反発力測定機 2 4 1 の測定データが規定範囲 R 2 内にあるか否かを判断する。なお規定範囲 R 2 は、例えば、3 D F 2 0 3 の第二反発力測定機 2 4 1 に対応する位置における所期の硬さ指数を基準にした、許容範囲に相当する。ステップ S 9 の判断の結果、当該測定データが規定範囲 R 2 内にある場合には（ステップ S 9 の Y E S ）、ステップ S 1 3 の処理に進み、規定範囲 R 2 を逸脱している場合には（ステップ S 9 の N O ）、ステップ S 1 0 の処理に進む。

【 0 1 4 5 】

ステップ S 1 0 の処理として、コントローラ 2 5 0 は、第二反発力測定機 2 4 1 の測定データが規定範囲 R 2 より高いか否かを判断する。その結果、当該測定データが規定範囲 R 2 より低い場合（つまり、規定範囲 R 2 を下側に逸脱している場合）は、ステップ S 1 1 の処理に進む。ステップ S 1 1 では、第二温度センサー 2 2 2 の検出温度が所定温度（例えば 1 ）上がるように、第二ダイヒーター 2 1 9 の出力制御（目標温度の設定変更など）を行い、ステップ S 1 3 の処理に進む。この際、他のダイヒーターの出力について必要な調節が行われるようにしても構わない。

20

【 0 1 4 6 】

一方、第二反発力測定機 2 4 1 の測定データが規定範囲 R 2 より高い場合（つまり、規定範囲 R 2 を上側に逸脱している場合）は、ステップ S 1 2 の処理に進む。ステップ S 1 2 では、第二温度センサー 2 2 2 の検出温度が所定温度（例えば 1 ）下がるように、第二ダイヒーター 2 1 9 の出力制御（目標温度の設定変更など）を行い、ステップ S 1 3 の処理に進む。この際、他のダイヒーターの出力について必要な調節が行われるようにしても構わない。

30

【 0 1 4 7 】

ステップ S 1 0 ~ S 1 2 の処理によれば、第二反発力測定機 2 4 1 の測定データが規定範囲 R 2 を下側に逸脱している場合（つまり、軟らか過ぎる場合）には、第二ダイヒーター 2 1 9 の出力が上がるように制御され、上側に逸脱している場合（つまり、硬過ぎる場合）には、第二ダイヒーター 2 1 9 の出力が下がるように制御されることになる。

【 0 1 4 8 】

次にステップ S 1 3 の処理として、コントローラ 2 5 0 は、第三反発力測定機 2 4 2 の測定データが規定範囲 R 3 内にあるか否かを判断する。なお規定範囲 R 3 は、例えば、3 D F 2 0 3 の第三反発力測定機 2 4 2 に対応する位置における所期の硬さ指数を基準にした、許容範囲に相当する。ステップ S 1 3 の判断の結果、当該測定データが規定範囲 R 3 内にある場合には（ステップ S 1 3 の Y E S ）、今回のフローは終了する。しかし規定範囲 R 3 を逸脱している場合には（ステップ S 1 3 の N O ）、ステップ S 1 4 の処理に進む。

40

【 0 1 4 9 】

ステップ S 1 4 の処理として、コントローラ 2 5 0 は、第三反発力測定機 2 4 2 の測定データが規定範囲 R 3 より高いか否かを判断する。その結果、当該測定データが規定範囲 R 3 より低い場合（つまり、規定範囲 R 3 を下側に逸脱している場合）は、ステップ S 1

50

5 の処理に進む。ステップ S 1 5 では、第三温度センサー 2 2 3 の検出温度が所定温度（例えば 1 ）上がるように、第三ダイヒーター 2 2 0 の出力制御（目標温度の設定変更など）を行った後、今回のフローは終了する。この際、他のダイヒーターの出力について必要な調節が行われるようにしても構わない。

【 0 1 5 0 】

一方、第三反発力測定機 2 4 2 の測定データが規定範囲 R 3 より高い場合（つまり、規定範囲 R 3 を上側に逸脱している場合）は、ステップ S 1 6 の処理に進む。ステップ S 1 6 では、第三温度センサー 2 2 3 の検出温度が所定温度（例えば 1 ）下がるように、第三ダイヒーター 2 2 0 の出力制御（目標温度の設定変更など）を行った後、今回のフローは終了する。この際、他のダイヒーターの出力について必要な調節が行われるようにしても構わない。

10

【 0 1 5 1 】

ステップ S 1 4 ~ S 1 6 の処理によれば、第三反発力測定機 2 4 2 の測定データが規定範囲 R 3 を下回った場合（つまり、軟らか過ぎる場合）には、第三ダイヒーター 2 2 0 の出力が上がるように制御され、上回った場合（つまり、硬過ぎる場合）には、第三ダイヒーター 2 2 0 の出力が下がるように制御されることになる。

【 0 1 5 2 】

反発力測定機の測定データが規定範囲を下回ったことによりダイヒーターの出力（発熱量）が上がると、扁平導流部 2 1 2 a 1 内における当該ダイヒーター近くの熱可塑性樹脂の温度が上がる。これにより、当該ダイヒーター近くのノズル（口金 2 1 7 に設けた複数のノズルの一部）から排出される溶融フィラメントの排出レートが高くなるので、この溶融フィラメントに対応する 3 D F 2 0 3 の部分が高密度化して硬くなり（硬さ指数が上がり）、反発力測定機の測定データが規定範囲内へ収まり易くなる。

20

【 0 1 5 3 】

例えば第一反発力測定機 2 4 0 の測定データが規定範囲 R 1 を下回った場合は、第一ダイヒーター 2 1 8 の出力が上がり、これに近いノズルから排出される溶融フィラメントに対応する 3 D F 2 0 3 の部分が硬くなるので、第一反発力測定機 2 4 0 の測定データが規定範囲 R 1 内へ収まり易くなる。

【 0 1 5 4 】

逆に、反発力測定機の測定データが規定範囲を上回ったことによりダイヒーターの出力（発熱量）が下がると、扁平導流部 2 1 2 a 1 内における当該ダイヒーター近くの熱可塑性樹脂の温度が下がる。これにより、当該ダイヒーター近くのノズル（口金 2 1 7 に設けた複数のノズルの一部）から排出される溶融フィラメントの排出レートが低くなるので、この溶融フィラメントに対応する 3 D F 2 0 3 の部分が低密度化して軟らかくなり（硬さ指数が下がり）、反発力測定機の測定データが規定範囲内へ収まり易くなる。

30

【 0 1 5 5 】

例えば第一反発力測定機 2 4 0 の測定データが規定範囲 R 1 を上回った場合は、第一ダイヒーター 2 1 8 の出力が下がり、これに近いノズルから排出される溶融フィラメントに対応する 3 D F 2 0 3 の部分が軟らかくなるので、第一反発力測定機 2 4 0 の測定データが規定範囲 R 1 内へ収まり易くなる。

40

【 0 1 5 6 】

上述したステップ S 1 ~ S 1 6 の一連のフローは、例えば所定の時間間隔で、繰返し実行されるようにすれば良い。これにより、各反発力測定機 2 4 0 ~ 2 4 2 の測定データがそれぞれに対応した規定範囲 R 1 ~ R 3 内へ収まるよう継続的なフィードバック制御が実現される。本実施形態では一例として、加圧面 2 6 2 a が 3 D F 2 0 3 を押さえるタイミング（図 1 6（b）を参照）が到来する度に、当該一連のフローが実行されるようにすれば良い。

【 0 1 5 7 】

なお本実施形態では、各反発力測定機 2 4 0 ~ 2 4 2 の測定データに基づいて各ダイヒーターの出力を制御するようになっているが、その代わりに、各温度センサー 2 2 1 ~ 2

50

23の検知データに基づいて各ダイヒーターの出力を制御するようにしても構わない。このような制御形態を採用する場合には、反発力測定機の設置を省略することも可能である。

【0158】

また本実施形態では、ステップS7の処理等において温度センサーの検出温度が所定温度だけ変わるようにダイヒーターの出力が制御されるが、その代わりに、例えばダイヒーターの出力（消費電力等）が所定値だけ変わるように制御しても構わない。一例として、第一反発力測定機240の測定データが規定範囲より低かった場合には、第一ダイヒーター218の消費電力を所定値だけ上げるように制御しても構わない。

【0159】

以上に説明した通り本実施形態の3DF製造装置201は、複数のノズルが形成されており第一方向に比べて第二方向が短い形状の口金217（口金部）と、複数のダイヒーター218～220と、複数のダイヒーター218～220それぞれの出力を制御するダイ温度制御部224およびコントローラ250（温度制御部）と、供給された熔融熱可塑性樹脂を口金17へ導く導流路212aとを有し、口金217へ導かれた熔融熱可塑性樹脂を前記複数のノズルに通して熔融フィラメント202を排出し、該熔融フィラメント202を冷却固化して3DF203を形成する装置である。更に導流路212aは、第一方向に比べて第二方向が狭くなった扁平導流部212a1を含み、複数のダイヒーター218～220が、扁平導流部212a1に沿って第一方向へ異なる位置にそれぞれ配設されている。

【0160】

そのため3DF製造装置201によれば、例えば横幅の広いマットレス等で使用される3DF203を製造する場合であっても、その硬さをより適切に制御することが容易である。熔融フィラメント202の排出レートがノズル幅方向の中央部と端部において異なるようにノズル群が形成されている場合であっても、ノズル群の長手方向に熔融フィラメント202の温度を均一に制御し、安定した硬さの3DF203を得ることが可能である。

【0161】

また、フィラメント密度に影響を与えるフィラメント温度を幅方向に均一にする場合の他、幅方向に意図的に異ならせる場合であっても、各ダイヒーター218～220の温度を幅方向の位置ごとに制御し、所望のフィラメント温度を実現させることが容易である。そのため、安定した硬さの3DF203を得ることが可能であるとともに、例えば幅方向の硬さ分布にバリエーションを持たせた各種3DF203を得ることも容易である。なお本実施形態では、扁平導流部212a1における第一方向と第二方向の長さの比率（扁平の度合）は、口金217における当該比率よりも十分に大きい。

【0162】

また本実施形態ではダイヒーターの個数を3個としたが、2個或いは4個以上としても構わない。通常はダイヒーターの個数を増やすほど、3DF203の硬さを幅方向により細かく制御することが可能となる。また本発明における複数のヒーターは、それぞれが形式的に一体化されていても構わない。例えば、それぞれ独立して制御可能な複数のヒーターが薄い筐体等で覆われており、形式的には一つのヒーターとして形成された場合であっても、実質的には複数のヒーターを備えるものとして、本発明の技術的範囲に含まれ得る。

【0163】

更に3DF製造装置201では、複数の温度センサー221～223が扁平導流部212a1に沿って第一方向へ並ぶように配設されている。そのため各温度センサー221～223の検知結果を利用して各ダイヒーター218～220の出力を制御することが可能である。これにより、例えば先述したステップS7の処理のように、ダイヒーターの制御温度を所定温度（例えば1）上げるといった処理が容易に実施可能となる。

【0164】

また3DF製造装置201は、第一方向へ異なる位置にそれぞれ配設される複数の反発

10

20

30

40

50

力測定機 240 ~ 242 (硬さ指数測定部) を有し、複数の反発力測定機 240 ~ 242 それぞれは、対応する位置における 3DF 203 の反発力 (硬さ指数) を測定する。更に前記温度制御部は、複数の反発力測定機 240 ~ 242 それぞれの測定結果に基づき、複数のダイヒーター 218 ~ 220 それぞれの出力を制御する。

【0165】

そのため 3DF 203 の幅方向 (第一方向) 各部の硬さ指数を測定し、その情報を基に、対応する位置のダイヒーター 218 ~ 220 の出力 (温度) を制御することが可能となる。そのため、3DF 203 の幅方向の硬さ変化を、より確実に抑えることができる。

【0166】

また反発力測定機 240 ~ 242 のそれぞれは、回転することにより加圧面 262a が変位する突起部 262 を有する回転加圧部材 261 と、3DF 203 を挟んで回転加圧部材 261 に対向させて設けられる回転可能な回転部材 271 (回転対向部材) と、回転加圧部材 261 と回転部材 271 との間で 3DF 203 が圧縮された際の反発力を測定する圧力測定部 270 とを備え、当該反発力の測定データが硬さ指数の測定データとして出力される。そのため搬送中の 3DF 203 を停止させることなく、反発力測定機で硬さ指数を連続的に測定することができ、フィードバックの速い制御が可能となっている。

【0167】

<その他>

各実施形態の 3DF 製造装置は、複数の溶融フィラメントを供給する溶融フィラメント供給装置と、当該複数の溶融フィラメントを受け入れて冷却および固化して、3DF を形成する三次元構造形成装置と、前記溶融フィラメント供給装置及び前記三次元構造形成装置を制御するコントローラと、を備える。また当該 3DF 製造装置には、前記三次元構造形成装置によって冷却状態にある 3DF の硬さ指数を、測定する硬さ指数測定装置が設けられている。更に、前記コントローラは、フィードバックされる前記硬さ指数測定装置の測定情報を用いて、前記形成される 3DF の硬さの変動が抑制されるように、前記溶融フィラメント供給装置および前記三次元構造形成装置の少なくとも一方をフィードバック制御する。

【0168】

当該コントローラは、3DF の硬さの変動が抑制されるように、当該 3DF の硬さに影響を及ぼし得る所定動作について、3DF の硬さ指数の測定結果に基づいたフィードバック制御を行う。これにより、3DF の硬さのばらつきを抑制することが可能である。また、各実施形態における上記の冷却状態は、溶融フィラメントが不可逆的な変形が生じない程度まで冷却固化された状態である。冷却状態にある 3DF の硬さ指数の測定情報を用いてフィードバック制御を行うことにより、冷却状態の後 (既に冷却水内から脱しており、冷却されていない状態) の 3DF の硬さ指数の測定情報を用いてフィードバック制御を行う場合に比べ、より精度の高いフィードバック制御が可能となる。なお、各実施形態では、三次元構造形成装置における冷却水を用いて 3DF が冷却状態とされるが、他の形態により 3DF が冷却状態とされても構わない。

【0169】

また各実施形態において、溶融フィラメントがノズル部を通過してから硬さ指数測定装置へ到達するまで (この到達した時点では、当該溶融フィラメントは既に 3DF となっている) の時間は、コンベアによる 3DF の搬送速度等により決まるものであり、3DF 製造装置において把握可能である。なお、3DF の搬送速度等を一定とする場合には、当該時間は固定されるため、当該把握は特に容易である。当該時間が把握されれば、硬さ指数測定装置で測定される 3DF の各部がいつの時点でノズル部を通ったか (つまり、いつの時点のノズル部の温度の影響を受けたのか) が判明する。これにより 3DF 製造装置は、硬さ指数測定装置の測定情報に基づいて、3DF の硬さに影響を与えるノズル部の温度変化を適切に考慮しつつ、3DF の硬さの変動を抑制することも可能である。

【0170】

例えば、手作業等により製品化後の 3DF の硬さ指数が測定され、この測定情報に基づ

10

20

30

40

50

いて上記フィードバック制御が行われるケースを仮定すると、硬さ指数測定装置で測定される３ＤＦの各部がいつの時点でノズル部を通ったかを、３ＤＦ製造装置において把握することは難しい。このようなケースに比べ、上記のようにノズル部の温度変化を適切に考慮できる場合には、３ＤＦの硬さの変動をよりの確に抑制することが可能となる。

【０１７１】

なお本発明の構成は、上記実施形態のほか、発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。本発明の技術的範囲は、上記実施形態の説明ではなく、特許請求の範囲によって示されるものであり、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内に属する全ての変更が含まれると理解されるべきである。

【符号の説明】

10

【０１７２】

１、２０１・・・フィラメント３次元結合体製造装置（３ＤＦ製造装置）

２、２０２・・・熔融フィラメント

３、２０３・・・フィラメント３次元結合体（３ＤＦ）

１０・・・押出機

１１・・・ホッパー

１２・・・スクリュー

１３・・・スクリューモーター

１４・・・加圧部

１４ａ・・・シリンダー

20

１７ａ～１７ｃ・・・スクリューヒーター

１６・・・口金

１５・・・ダイ

１５ａ・・・ダイ導流路

１９ａ～１９ｅ・・・ダイヒーター

６０・・・加圧制御部

６１・・・スクリューモーター回転制御部

４０・・・温度制御部

４１・・・ダイ温度制御部

４２・・・スクリュー温度制御部

30

２０・・・形成機

２２ａ、２２ｂ・・・受け板

２０ａ・・・冷却機

２１・・・水槽

２１ａ・・・冷却水

２３・・・第一無端コンベア

２５（２５ａ～２５ｄ）、２５-１、２５-２・・・硬さ指数測定装置

５１・・・対向部材

５２・・・加圧部材

５３・・・変位部材

40

５４・・・変位センサー

５５・・・圧力供給部

１５１・・・回転対向部材

１５１ａ・・・対向回転軸

１５２・・・回転加圧部材

１５２ａ・・・加圧回転軸

１５３・・・圧力センサー

１５４・・・圧力センサー支持部

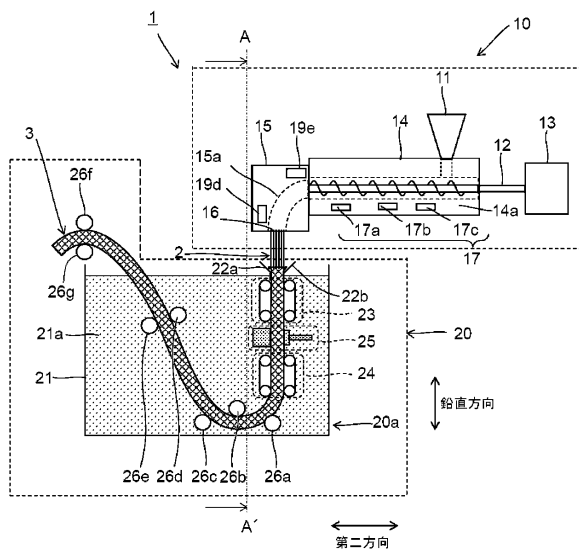
２４・・・第二無端コンベア

２６ａ～２６ｇ・・・搬送ローラ

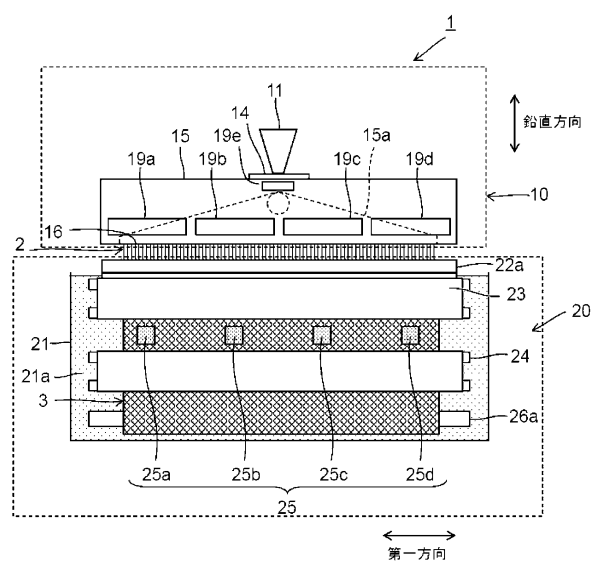
50

2 7	...	モーター
2 8	...	モーター回転制御装置
3 0	...	コントローラ
3 1	...	入力部
3 2	...	演算部
3 3	...	出力部

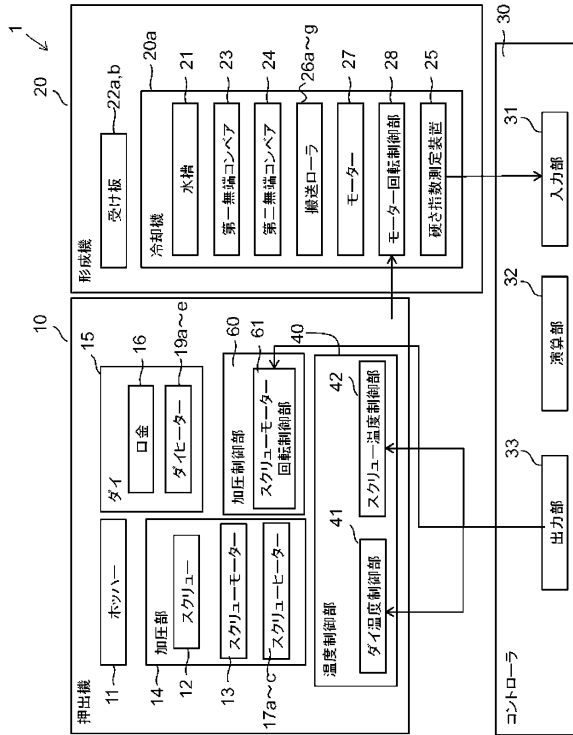
【図 1】



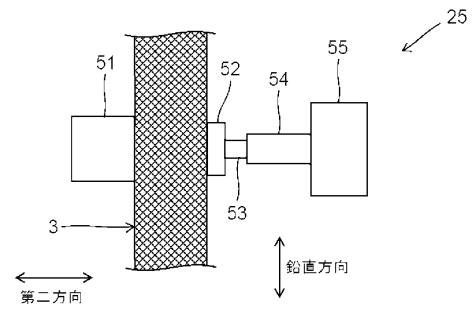
【図 2】



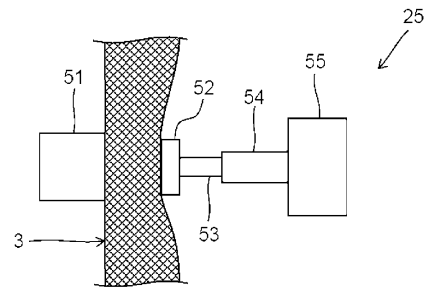
【図 3】



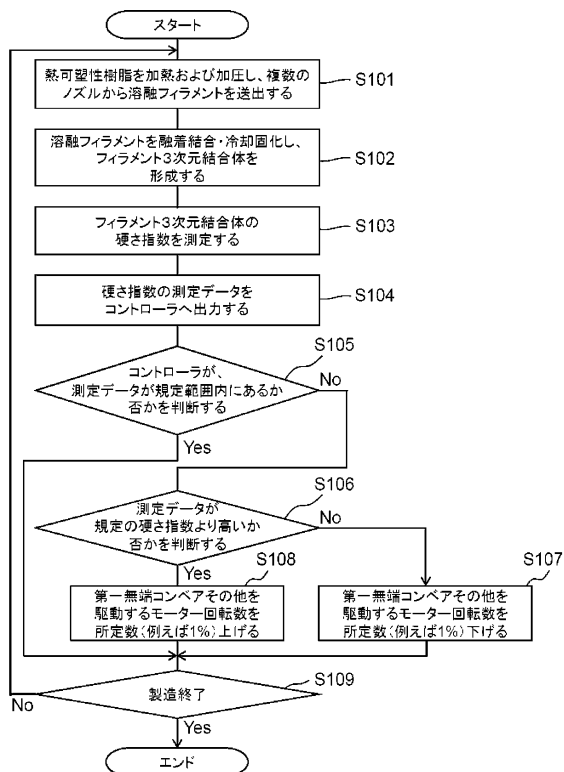
【図 4 A】



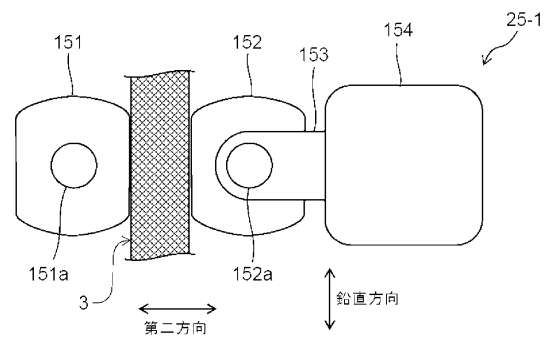
【図 4 B】



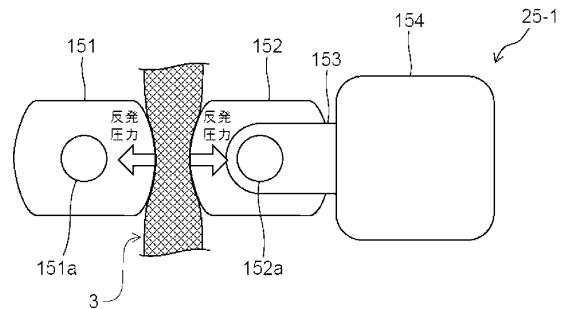
【図 5】



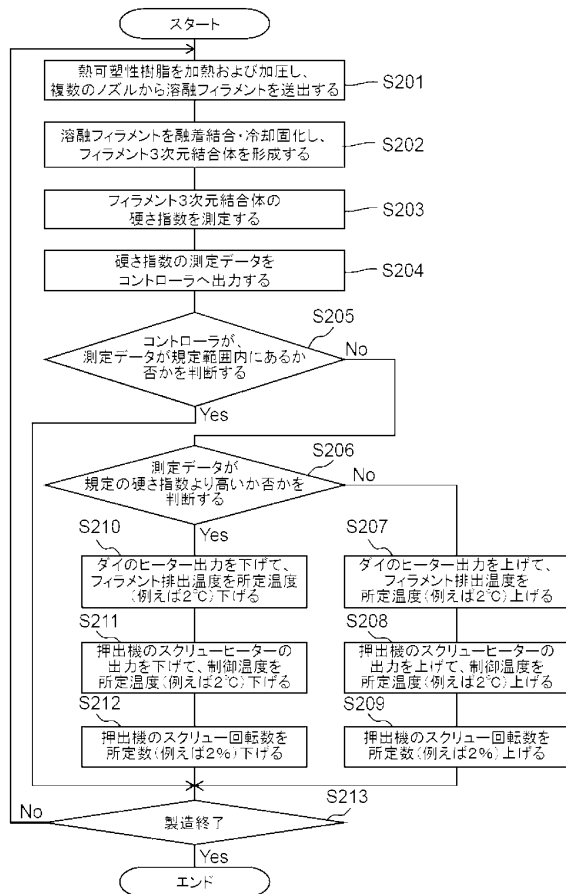
【図 6 A】



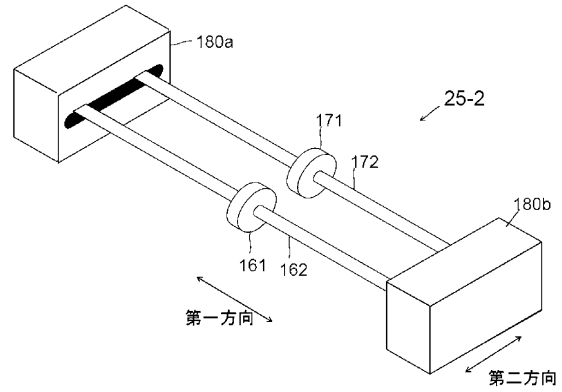
【図 6 B】



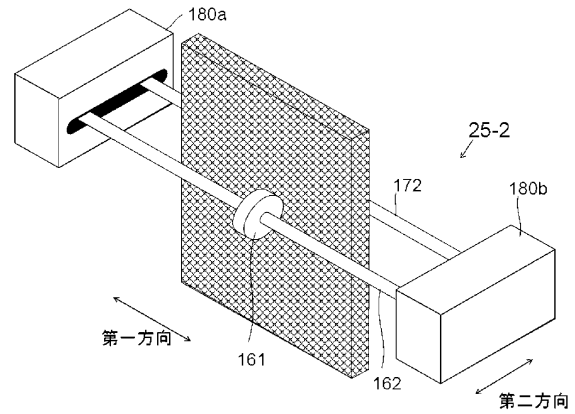
【図 7】



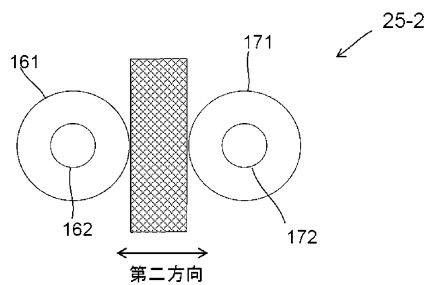
【図 8】



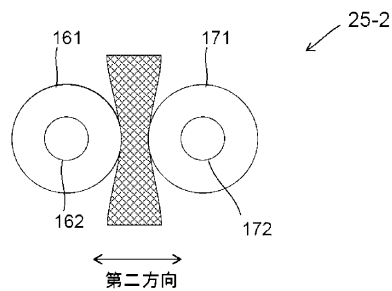
【図 9】



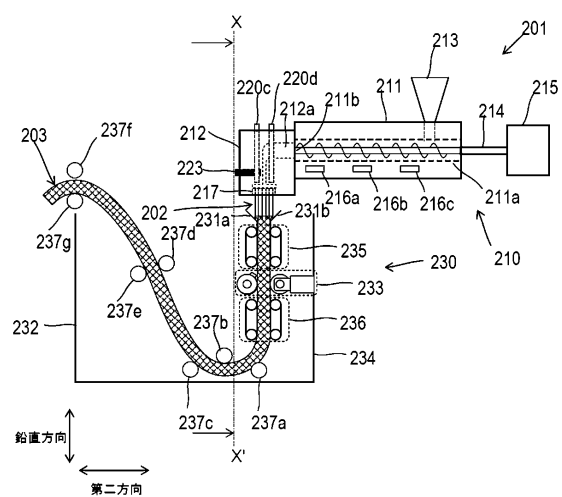
【図 10 A】



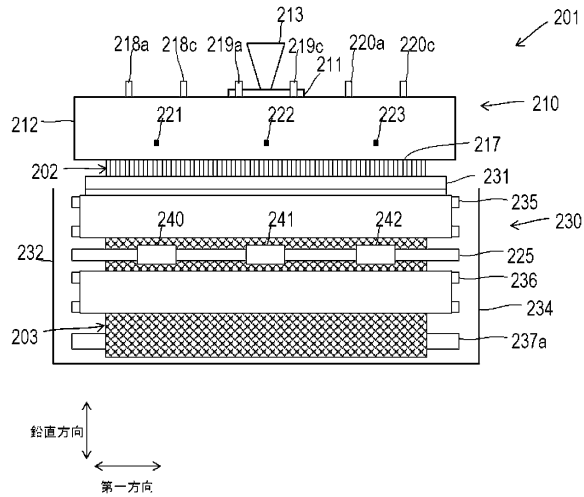
【図 10 B】



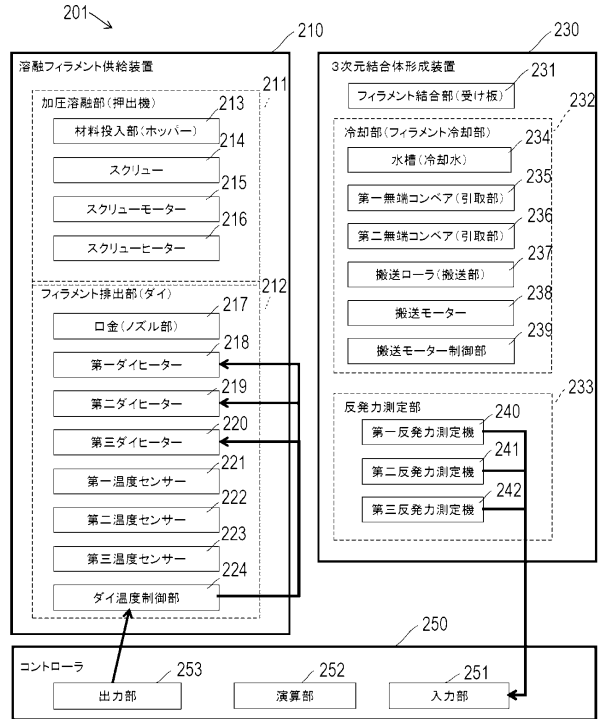
【図 11】



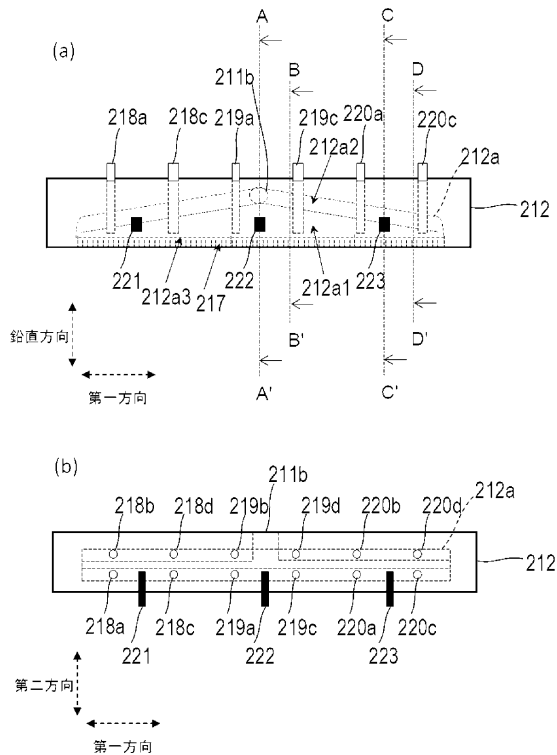
【図 12】



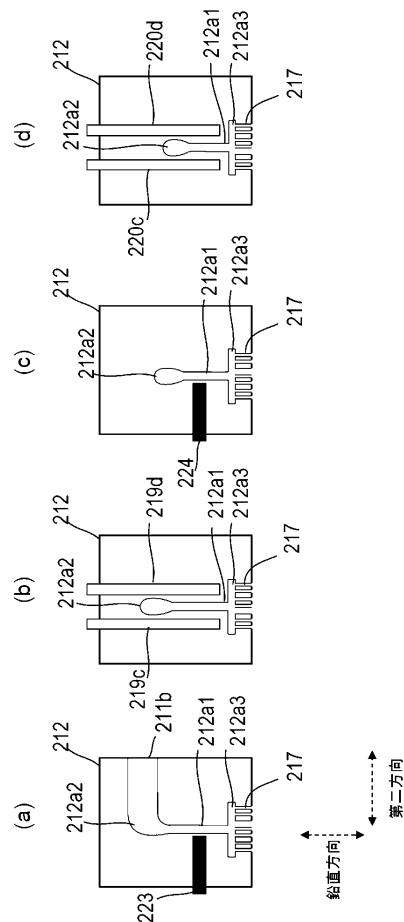
【図 13】



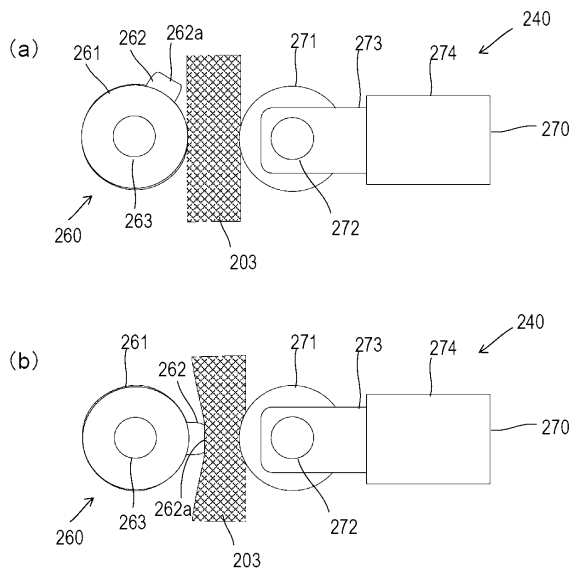
【図 14】



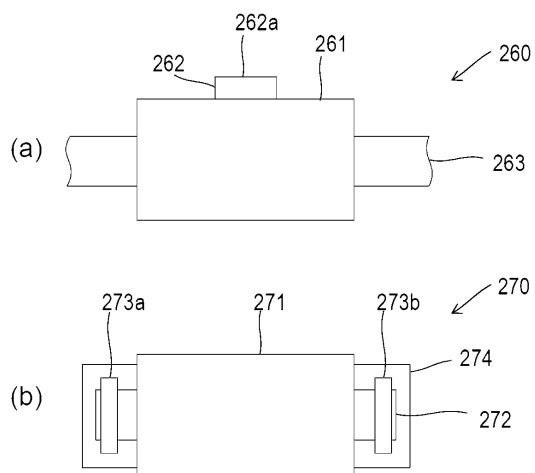
【図 15】



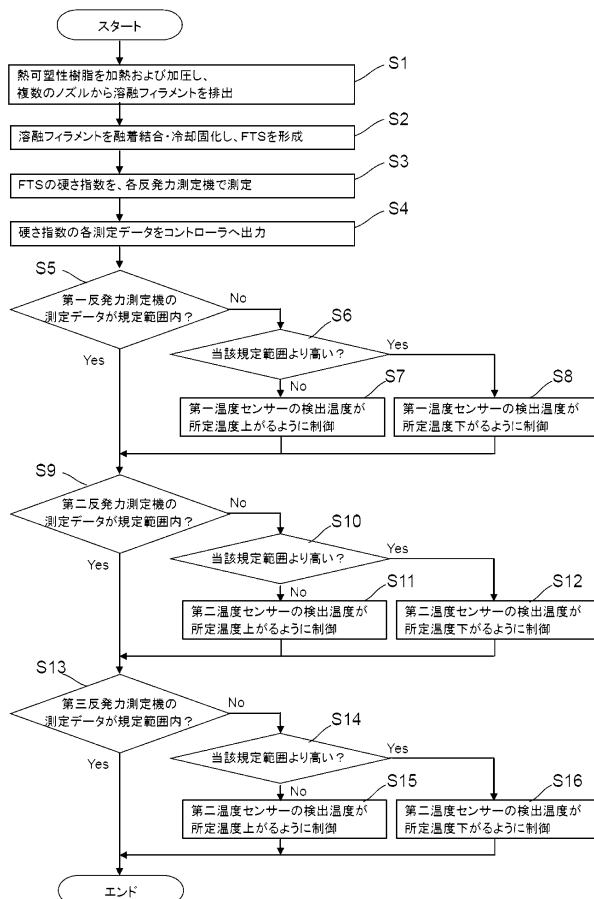
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 3 Y 50/02 (2015.01) B 3 3 Y 50/02

(72)発明者 水野 晃
愛知県大府市柁山町8丁目288番地 株式会社エアウィーヴ内

審査官 長谷川 大輔

(56)参考文献 国際公開第2012/035736(WO, A1)
特開平11-350326(JP, A)
特開2016-000528(JP, A)
米国特許第5464491(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0
6 7 / 0 0 - 6 7 / 0 8
6 7 / 2 4 - 6 9 / 0 2
7 3 / 0 0 - 7 3 / 3 4
B 2 9 D 1 / 0 0 - 2 9 / 1 0
3 3 / 0 0
9 9 / 0 0
B 3 3 Y 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0
D 0 4 H 1 / 0 0 - 1 8 / 0 4