

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7028690号
(P7028690)

(45)発行日 令和4年3月2日(2022.3.2)

(24)登録日 令和4年2月21日(2022.2.21)

(51)国際特許分類	F I
B 2 9 C 64/118 (2017.01)	B 2 9 C 64/118
B 2 9 C 65/14 (2006.01)	B 2 9 C 65/14

請求項の数 8 (全14頁)

(21)出願番号	特願2018-63512(P2018-63512)	(73)特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	平成30年3月29日(2018.3.29)	(74)代理人	100100077 弁理士 大場 充
(65)公開番号	特開2019-171710(P2019-171710 A)	(74)代理人	100136010 弁理士 堀川 美夕紀
(43)公開日	令和1年10月10日(2019.10.10)	(74)代理人	100130030 弁理士 大竹 夕香子
審査請求日	令和2年11月20日(2020.11.20)	(74)代理人	100203046 弁理士 山下 聖子
		(72)発明者	由井 裕一 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱 重工業株式会社内
		審査官	馳平 憲一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱溶融積層造形方法、熱溶融積層造形物の製造方法、および熱溶融積層造形物を一部に備えた構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

成形されている部材に対して、後からでも融着可能に熱溶融積層造形を行う方法であって、前記部材は、熱可塑性樹脂材料を用いて形成されており、
近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および前記近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収材料を熱溶融積層造形により前記部材に設けるステップと、
熱可塑性樹脂材料を熱溶融積層造形により前記近赤外線吸収材料に設けるステップと、を有する、
ことを特徴とする熱溶融積層造形方法。

【請求項2】

融着により互いに接合される熱溶融積層造形物と部材とを備えた構造を製造する方法であって、
前記部材は、熱可塑性樹脂材料を用いて形成されており、
請求項1に記載された熱溶融積層造形方法により得られた熱溶融積層造形物において前記近赤外線吸収材料から形成された近赤外線吸収部に、前記熱可塑性樹脂材料から形成された造形本体部あるいは前記部材を介して前記近赤外線を照射することで前記熱溶融積層造形物と前記部材とを融着させるステップと、を有する、
ことを特徴とする熱溶融積層造形物を少なくとも一部に備えた構造の製造方法。

【請求項3】

融着により互いに接合される熱溶融積層造形物と部材とを備えた構造を製造する方法であって、

前記部材は、熱可塑性樹脂材料を用いて形成されており、

熱可塑性樹脂材料を用いて熱溶融積層造形により造形本体部を造形するステップに連続して、前記造形本体部に、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および前記近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収材料を用いて熱溶融積層造形により近赤外線吸収部を設けるステップと、

前記造形本体部、および前記近赤外線吸収部を有する前記熱溶融積層造形物における前記近赤外線吸収部側に、前記部材を配置するステップと、

前記近赤外線吸収部に、前記造形本体部あるいは前記部材を介して前記近赤外線を照射することで前記熱溶融積層造形物と前記部材とを融着させるステップと、を有する、
ことを特徴とする熱溶融積層造形物を少なくとも一部に備えた構造の製造方法。

10

【請求項 4】

融着により互いに接合される熱溶融積層造形物と部材とを備えた構造を製造する方法であって、

前記部材は、熱可塑性樹脂材料を用いて形成されており、

前記熱溶融積層造形物および前記部材のいずれか一方に、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および前記近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収部を設けるステップと、

前記一方である前記部材に設けられた前記近赤外線吸収部に、他方を熱溶融積層造形により造形する、あるいは、前記一方に設けられた前記近赤外線吸収部に、他方を配置するステップと、

20

前記近赤外線吸収部に、前記熱溶融積層造形物あるいは前記部材を介して前記近赤外線を照射することで前記熱溶融積層造形物と前記部材とを融着させるステップと、を有する、
ことを特徴とする熱溶融積層造形物を少なくとも一部に備えた構造の製造方法。

【請求項 5】

融着により互いに接合される熱溶融積層造形物と部材とを備えた構造を製造する方法であって、

前記部材は、熱可塑性樹脂材料を用いて形成されており、

前記熱溶融積層造形物および前記部材の間に、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および前記近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収部を配置するステップと、

30

前記近赤外線吸収部に、前記熱溶融積層造形物あるいは前記部材を介して前記近赤外線を照射することで前記熱溶融積層造形物と前記部材とを融着させるステップと、を有する、
ことを特徴とする熱溶融積層造形物を少なくとも一部に備えた構造の製造方法。

【請求項 6】

前記熱溶融積層造形物と前記部材との全体として、少なくとも一部にオーバーハング形状を含む構造を得る、

請求項 4 または 5 に記載の熱溶融積層造形物を少なくとも一部に備えた構造の製造方法。

【請求項 7】

40

前記構造は、航空機に備えられる、

請求項 2 から 6 のいずれか一項に記載の熱溶融積層造形物を少なくとも一部に備えた構造の製造方法。

【請求項 8】

熱溶融積層造形により成形された熱溶融積層造形物、および、熱可塑性樹脂材料を用いて形成され、前記熱溶融積層造形物と接合されている部材の間に、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および前記近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂が存在している、

ことを特徴とする熱溶融積層造形物を一部に備えた構造。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱溶融積層造形物の融着による接合技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、積層造形を含むAdditive Manufacturing技術は、主として試作や治具等、製品開発における補助ツールとして利用されてきたが、昨今では、積層造形により成形された積層造形物を製品の一部分として使用するための開発が行われている。

そうした開発により、一般的な熱溶融積層造形装置（いわゆる3D（3次元）プリンタ）を使用した、耐熱温度の高いPEEK（ポリエーテルエーテルケトン）等の熱可塑性樹脂材料による熱溶融積層造形が実現している（例えば、特許文献1）。

熱溶融積層造形は、造形対象の各層の形状を示すスライスデータに基づいて、溶融した樹脂材料をノズルから1層ずつ配置する処理を繰り返すことで積層造形物を得る。各層の熱可塑性樹脂は互いに融着する。

耐熱温度の高い熱可塑性樹脂材料により得られた熱溶融積層造形物は、耐熱性が要求される航空機の部材としても好適である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特表2015-525150号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

プレス成形等により得られた繊維強化樹脂部材の上に、3DプリンタによりPEEK等を用いて積層造形物を成形しかつ繊維強化樹脂部材と融着させる試みを行う中で、積層造形物と繊維強化樹脂部材とを融着できない、あるいは融着による接合強度が不足するという課題にあたった。これは、3Dプリンタによる熱溶融積層造形過程において、使用する樹脂を軟化または溶融させた状態として他の部材と融着させることが難しいためである。

積層造形過程を経て、低い接合強度で積層造形物と別部材とが接合された構造を、オープン等に入れて加熱し接合箇所を融着させると、構造全体が加熱されるため、構造の変形や特性の低下が起こる可能性がある。

【0005】

以上を踏まえて、本発明の発明者は、近赤外線吸収剤を樹脂に分散させた材料を熱溶融積層造形物に適用することを着想した。この近赤外線吸収剤入りの材料を用いる技術がP-Wave™/PTIR™工法（Kubota Research社の米国登録商標）として知られている。

本発明は、任意の方法で成形された部材に対して融着可能に熱溶融積層造形する方法、熱溶融積層造形物を他の部材と十分に融着可能な方法、および熱溶融積層造形物を少なくとも一部に含む構造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】

【0006】

本発明は、成形されている部材に対して、後からでも融着可能に熱溶融積層造形を行う方法であって、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収材料を熱溶融積層造形により部材に設けるステップと、熱可塑性樹脂材料を熱溶融積層造形により近赤外線吸収材料に設けるステップと、を有することを特徴とする。

【0007】

本発明において「近赤外線」は、約700nm～約2500nmの波長域の電磁波を言うものとする。

【0008】

また、本発明は、融着により互いに接合される熱溶融積層造形物と部材とを備えた構造を

10

20

30

40

50

製造する方法であって、上述した熱溶融積層造形方法により得られた熱溶融積層造形物において近赤外線吸収材料から形成された近赤外線吸収部に、熱可塑性樹脂材料から形成された造形本体部あるいは部材を介して近赤外線を照射することで熱溶融積層造形物と部材とを融着させるステップと、を有することを特徴とする。

【0009】

さらに、本発明は、融着により互いに接合される熱溶融積層造形物と部材とを備えた構造を製造する方法であって、熱可塑性樹脂材料を用いて熱溶融積層造形により造形本体部を造形するステップに連続して、造形本体部に、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収材料を用いて熱溶融積層造形により近赤外線吸収部を設けるステップと、造形本体部、および近赤外線吸収部を有する熱溶融積層造形物における近赤外線吸収部側に、部材を配置するステップと、近赤外線吸収部に、造形本体部あるいは部材を介して近赤外線を照射することで熱溶融積層造形物と部材とを融着させるステップと、を有することを特徴とする。

10

【0010】

そして、本発明は、融着により互いに接合される熱溶融積層造形物と部材とを備えた構造を製造する方法であって、熱溶融積層造形物および部材のいずれか一方に、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収部を設けるステップと、一方である部材に設けられた近赤外線吸収部に、他方を熱溶融積層造形により造形する、あるいは、一方に設けられた近赤外線吸収部に、他方を配置するステップと、近赤外線吸収部に、熱溶融積層造形物あるいは部材を介して近赤外線を照射することで熱溶融積層造形物と部材とを融着させるステップと、を有することを特徴とする。

20

【0011】

本発明は、融着により互いに接合される熱溶融積層造形物と部材とを備えた構造を製造する方法であって、熱溶融積層造形物および部材の間に、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤および近赤外線吸収剤が分散した熱可塑性のマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収部を配置するステップと、近赤外線吸収部に、熱溶融積層造形物あるいは部材を介して近赤外線を照射することで熱溶融積層造形物と部材とを融着させるステップと、を有することを特徴とする。

【0012】

本発明の構造の製造方法において、熱溶融積層造形物と部材との全体として、少なくとも一部にオーバーハング形状を含む構造を得ることができる。

30

【0013】

本発明の構造の製造方法において、構造は、航空機に備えられることが好ましい。

【0014】

本発明の構造は、熱溶融積層造形により成形された熱溶融積層造形物、および熱溶融積層造形物と接合されている部材の間に、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤が存在していることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、熱溶融積層造形の過程においては部材と熱溶融積層造形物とが融着不可能あるいは十分に融着しない場合であっても、部材と熱溶融積層造形物との接合箇所が存在する近赤外線吸収部に近赤外線を照射することで、部材と熱溶融積層造形物とが融着により十分に接合された構造を得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態に係る構造を模式的に示す図である。かかる構造は、熱溶融積層造形物を少なくとも一部に含む。

【図2】(a)～(d)は、図1に示す構造を製造する手順を説明するための図である。

【図3】(a)～(d)は、第1実施形態の変形例に係る構造を製造する手順を説明する

50

ための図である。

【図4】(a)～(d)は、第2実施形態に係る構造を製造する手順を説明するための図である。

【図5】(a)～(c)は、第3実施形態に係る構造を製造する手順を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

本発明の実施形態は、熱溶解積層造形により得られる熱溶解積層造形物を近赤外線および近赤外線吸収材料を用いて他の部材に融着させ、熱溶解積層造形物を少なくとも一部に含む構造を製造する技術を開示する。

10

本明細書において「融着」は、融点近傍あるいは融点以上にまで加熱されることで軟化または溶解した熱可塑性樹脂が他の部材と接触することで、他の部材と結合されることを言うものとする。

【0018】

本発明の実施形態は、3Dプリンタ等を用いた熱溶解積層造形により他の部材上に造形した熱溶解積層造形物が、積層造形過程によっては他の部材と十分には融着されない場合であっても、熱溶解積層造形物と他の部材との融着による接合を実現する。そのために、接合箇所に近赤外線吸収材料を配置する。

本発明の実施形態は、他の部材と融着される熱溶解積層造形物に使用されている熱可塑性樹脂材料の融点が汎用の樹脂材料と比べて高い場合等、熱溶解積層造形過程において熱可塑性樹脂材料を軟化または溶解に必要な温度（融点近傍あるいは融点以上）にすることが難しい場合に好適である。

20

【0019】

〔第1実施形態〕

図1に示す構造1は、融着により互いに接合された熱溶解積層造形物10（以下、積層造形物10）と部材20とを含んで構成されている。構造1は、後述する方法により製造される。

【0020】

（積層造形物）

積層造形物10は、熱可塑性樹脂材料を用いて熱溶解積層造形（FDM；Fused Deposition Modeling）により成形されている。熱可塑性樹脂材料としては、非晶性および結晶性のいずれでも良く、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニル、ポリアミドイミド、ポリイミド、ポリケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンサルファイド、ポリフタルアミド、ポリエーテルイミド、ポリフェニルサルフォン、ポリサルフォン、およびポリエーテルサルフォン等を挙げることができる。

30

【0021】

積層造形物10を構成する熱可塑性樹脂材料は、構造1の使用を考慮して適切な耐熱性を有していることが好ましい。耐熱性の指標は、連続使用温度や、熱変形温度（荷重たわみ温度）等であってよい。

40

汎用の熱可塑性樹脂材料（例えばポリエチレンやポリプロピレン）と比べて熱変形温度が高い樹脂材料としては、例えば、ポリアミドイミド、ポリイミド、ポリケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンサルファイド、ポリフタルアミド、ポリエーテルイミド、ポリフェニルサルフォン、ポリサルフォン、およびポリエーテルサルフォン等を挙げることができる。ここに挙げた材料は、融点が95～165程度である汎用の熱可塑性樹脂材料と比べて融点も高い。特に、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリフタルアミド（PPA）、およびポリアミドイミド（PAI）の融点は高い。それらの融点は290～330程度である。

【0022】

50

(部材)

部材 20 は、任意の方法により、適宜な形状に成形することができる。本実施形態の部材 20 は、ガラス繊維や炭素繊維等の強化繊維を含む繊維強化樹脂材料を用いて、プレス成形により板状に成形されている。その他、部材 20 は、プリプレグおよびオートクレーブを用いる方法や、液状の樹脂を減圧下で含浸させる V a R T M (Vacuum assisted Resin Transfer Molding) 等により成形されていてもよい。

部材 20 は、強化繊維を含んでいない熱可塑性樹脂材料から形成されていてもよい。

【 0 0 2 3 】

部材 20 には熱可塑性樹脂材料が含まれているため、積層造形物 10 を構成する熱可塑性樹脂材料と、部材 20 の熱可塑性樹脂材料との両方を接合箇所において軟化または溶融させることができるので十分に融着させ易い。

10

【 0 0 2 4 】

構造 1 に強度や剛性が要求される場合は、例えば、炭素繊維に P E E K を含浸させた繊維強化樹脂材料が部材 20 に用いられることが好ましい。

部材 20 と積層造形物 10 にそれぞれ用いられた熱可塑性樹脂材料の耐熱性が高いと、構造 1 の全体として耐熱性を得ることができる。かかる構造 1 は、過酷な環境で使用されるため高い耐熱性が要求される航空機をはじめ、耐熱性が要求される他の輸送機や装置に備わる部材として適合する。

【 0 0 2 5 】

積層造形物 10 を近赤外線および近赤外線吸収材料を用いて部材 20 に融着させるため、近赤外線吸収材料が部材 20 に設けられる。本実施形態では、上述した熱可塑性樹脂材料と近赤外線吸収材料とを使用材料として、部材 20 に対して、後からでも融着可能に熱溶融積層造形を行う。部材 20 に設けられた近赤外線吸収材料から形成された近赤外線吸収部 11 は、積層造形物 10 の一部をなしている。

20

熱溶融積層造形を行う過程では部材 20 に対する熱可塑性樹脂材料の融着が不十分であったとしても、熱溶融積層造形の後に、近赤外線を近赤外線吸収部 11 に照射し、近赤外線吸収部 11 により積層造形物 10 と部材 20 との接合箇所を加熱して、少なくとも積層造形物 10 の接合部分の軟化または溶融により十分に融着することができる。

【 0 0 2 6 】

(近赤外線吸収材料)

近赤外線吸収材料は、近赤外線を吸収する近赤外線吸収剤と、近赤外線吸収剤が分散した適宜な熱可塑性のマトリックス樹脂とを含んで構成されている。近赤外線吸収材料は、近赤外線の波長域における吸収係数が他の波長域と同程度あるいは大きい。熱可塑性樹脂材料を含め、高分子化合物である一般の樹脂材料は、近赤外線の波長域における吸収係数が小さいため、近赤外線をほぼ透過させる一方で、中赤外線および遠赤外線の波長域における吸収係数が大きい。したがって、部材 20 に近赤外線吸収材料を設け、さらに熱可塑性樹脂材料を積層する熱溶融積層造形を終えた後に、熱可塑性樹脂材料から形成された造形本体部 12 に近赤外線を照射したならば、近赤外線は造形本体部 12 をほぼ透過して近赤外線吸収部 11 へと入射する。近赤外線は造形本体部 12 に殆ど吸収されないため、造形本体部 12 に与える熱的な影響が小さい。

30

40

【 0 0 2 7 】

近赤外線吸収剤としては、米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 2 8 3 5 4 3 号明細書に開示されているように、例えば、カーボンブラック、グラファイト、木炭、タルク、ガラスフィラー、セラミック、金属酸化物、フタロシアニン顔料、および他の有機顔料または無機顔料等であり、粒径が n m オーダーの微粒子を用いることができる。その他、近赤外線吸収剤は、ステンレス鋼、黄銅、アルミニウム、銅等の金属粉末であってもよい。

本実施形態の近赤外線吸収剤は、上記から選択された 1 種以上の粒子や粉末からなり、近赤外線である 7 0 0 n m ~ 2 0 0 0 n m の波長域における吸収係数が他の波長域と同程度あるいは大きい。近赤外線吸収剤の吸収係数が大きい波長域は、大抵の種類の高分子材料をほぼ透過する 8 0 0 n m ~ 1 6 5 0 n m であれば足りる。

50

近赤外線吸収剤と、それが分散したマトリックス樹脂とを含む本実施形態の近赤外線吸収材料としては、米国のKubota Research社により提供される「PTIR™」が好適である。

【0028】

近赤外線吸収剤と、それが分散したマトリックス樹脂とを含む近赤外線吸収材料は、造形本体部12をなす熱可塑性樹脂材料と同様に構造1の一部を構成する。近赤外線吸収材料に使用される熱可塑性のマトリックス樹脂は、造形本体部12を形成する熱可塑性樹脂材料と同じでも異なってもよい。

構造1に耐熱性が要求される場合には、近赤外線吸収材料にも、造形本体部12の熱可塑性樹脂材料と同様の耐熱性が必要となる。その場合は、造形本体部12の熱可塑性樹脂材料に使用可能なものと同様の樹脂を近赤外線吸収材料のマトリックス樹脂として用いることができる。

10

【0029】

近赤外線吸収剤が近赤外線を吸収して加熱された結果、近赤外線吸収剤から発せられた中赤外線および遠赤外線を樹脂材料が吸収することで、部材20と積層造形物10との接合箇所を加熱することができる。この近赤外線吸収剤は、入射した近赤外線を波長がより長い遠赤外線に変換して放出する。この近赤外線吸収剤は、遠赤外線エミッタとして機能する。

近赤外線吸収剤から発せられた中赤外線、遠赤外線の放射により、部材20と積層造形物10との接合箇所およびその近傍のみが局所的に加熱される。

【0030】

20

近赤外線吸収材料に含まれる近赤外線吸収剤はごく微量で足りる。例えば、部材20に設けられた近赤外線吸収部11の厚さが0.2mmである場合は、0.05重量%程度の近赤外線吸収剤が含まれていればよい。近赤外線吸収剤の比率は、近赤外線吸収部11の厚さ等に応じて適宜に定めることができる。近赤外線吸収剤は近赤外線吸収部11の厚みの全体に亘り、樹脂に均一に分散していることが好ましい。

近赤外線吸収部11の厚さは、特に制約はなく、熱溶融積層造形装置に備わるノズルの径等に応じて適宜に定めることができる。近赤外線吸収部11の厚さは、例えば、0.05mm~20mm程度に定めることができる。

【0031】

(構造の製造方法)

30

次に、構造1を製造する方法について説明する。構造1の製造方法は、図2に示すように、積層造形物10を成形するための熱溶融積層造形のステップS1(S11, S12)と、近赤外線を積層造形物10に照射するステップS2とを含む。

【0032】

熱溶融積層造形のステップS1には、3Dプリンタ等の公知の熱溶融積層造形装置(図示しない)を用いることができる。

熱溶融積層造形装置は、目的とする積層造形物10の3次元形状のデータから得られた各層の形状を示すスライスデータに基づいて、溶融した樹脂材料をノズルから1層ずつ積層する。1層の厚さは、例えば、100μmである。

【0033】

40

熱溶融積層造形装置は、例えば、樹脂材料を溶融するヒーターと、溶融した樹脂を貯留するスプールと、溶融した樹脂を押し出すプーリー、およびプーリーにより送られる溶融樹脂を造形テーブルや造形中の積層体の必要箇所に吐出するノズルを有した造形ヘッドとを備えている。

本実施形態の熱溶融積層造形には、上述した熱可塑性樹脂材料と、近赤外線吸収材料とが用いられる。近赤外線吸収材料としては、上述した「PTIR™」が好適である。熱溶融積層造形装置は、これらの材料に個別に対応するノズルと、各ノズルへ材料を送る機構とを備えていてもよいし、同一ノズルへ送る材料を切り替えるように構成されていてもよい。

【0034】

近赤外線を照射するステップS2には、近赤外線を含む波長域の光を放射するランプと、

50

ランプにより発せられた光から近赤外線のみを選択的に透過させるフィルタとを有した近赤外線照射装置 3 (図 2 (d) に図示) を用いることができる。

近赤外線照射装置 3 により照射される近赤外線の電力密度は、例えば、 3000 W/mm^2 以上であることが好ましい。

近赤外線照射装置 3 のフィルタを透過した近赤外線が、積層造形物 10 に照射される。フィルタを透過する近赤外線の波長は、上述した近赤外線吸収剤による吸収係数が大きい波長域を選定することが好ましい。

近赤外線照射装置 3 は、熱溶解積層造形装置に組み込まれていてもよい。

本実施形態の近赤外線照射装置 3 としては、米国の Kubota Research 社により提供される「P-WaveTM」の製品群が好適である。

10

【 0 0 3 5 】

図 2 (a) ~ (d) を参照し、第 1 実施形態に係る構造 1 の製造方法の具体例について説明する。第 1 実施形態の製造方法の特徴の一つは、熱溶解積層造形により近赤外線吸収材料を部材 20 に設けることにある。

図 2 (a) は、熱溶解積層造形が施される部材 20 を示している。熱溶解積層造形 (図 2 (b) および (c)) を行うにあたり、図 2 (a) に示すように、任意の方法により既に成形されている部材 20 を用意する (ステップ S 0) 。

【 0 0 3 6 】

次いで、図示しない 3 D プリント等の熱溶解積層造形装置を用いて、図 2 (b) に示すように、溶解した近赤外線吸収材料 11 A を図示しないノズルから部材 20 の表面に設ける (ステップ S 1 1) 。

熱溶解積層造形装置は、目的とする積層造形物 10 のスライスデータに基づいて、近赤外線吸収部 11 に定められた厚さに相当する層数で部材 20 上に積層する。

20

ノズルから吐出された後の近赤外線吸収材料 11 A のマトリックス樹脂は、その上に重ねて吐出された近赤外線吸収材料の溶解したマトリックス樹脂と融着し、常温の雰囲気において硬化する。積層が中断されることなく連続して行われている間は、ノズルから吐出された樹脂の温度がそれほど下がらずに、軟化あるいは溶解した状態の樹脂に、次の樹脂が積層されるため、層間で樹脂が融着する。

【 0 0 3 7 】

一方、部材 20 と近赤外線吸収材料 11 A とは十分に融着されていない場合がある。常温の部材 20 上に積層された近赤外線吸収材料 11 A が、軟化あるいは溶解したまま、融着されるまでの間、融着に必要な温度に維持されるのは難しいためである。ヒーターマット等を用いて部材 20 を加温しておくことも考えられるが、部材 20 の熱劣化を避けるため、部材 20 の加温が難しい場合もある。本実施形態では、熱溶解積層造形ステップ S 1 の後に行う近赤外線照射ステップ S 2 により、部材 20 と近赤外線吸収部 11 とを融着させる。

30

【 0 0 3 8 】

近赤外線吸収材料 11 A を部材 20 に設けるステップ S 1 1 に連続して、同じ熱溶解積層造形装置を用いて、図 2 (c) に示すように、溶解した熱可塑性樹脂材料 12 A をノズルから近赤外線吸収材料 11 A に設ける (ステップ S 1 2) 。

スライスデータに基づいて熱可塑性樹脂材料の積層を繰り返すことにより、造形本体部 12 が得られる。

40

図 2 に示す例では、近赤外線吸収材料 11 A と同じ二次元の位置に熱可塑性樹脂材料を積層することで、部材 20 から柱あるいは壁が立ち上がるような形状を造形しているが、より複雑な形状を造形することもできる。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 1 の直後に、熱可塑性樹脂材料 12 A を設けるステップ S 1 2 を行うことにより、溶解した熱可塑性樹脂材料 12 A が、近赤外線吸収材料 11 A と融着する。そのため、近赤外線吸収材料 11 A から形成された近赤外線吸収部 11 と、熱可塑性樹脂材料から形成された造形本体部 12 とからなる積層造形物 10 が一体に得られる。

【 0 0 4 0 】

50

以上で述べたステップ S 1 1, S 1 2 からなる熱融着積層造形のステップ S 1 を終えた時点では、積層造形物 1 0 が部材 2 0 に十分に融着されていない。

そこで、図 2 (d) に示すように、近赤外線照射装置 3 を用いて、造形本体部 1 2 を透過させて近赤外線を近赤外線吸収部 1 1 に照射することで、積層造形物 1 0 と部材 2 0 とを融着させる。このとき、例えば積層造形物 1 0 を部材 2 0 に対して押圧することで、積層造形物 1 0 と部材 2 0 とが加圧状態で融着されるようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

熱溶融積層造形を終えた時点で部材 2 0 と積層造形物 1 0 とが融着されておらず、分離した状態であれば、近赤外線の照射にあたり、必要に応じて部材 2 0 に対して積層造形物 1 0 を位置決めすればよい。

10

【 0 0 4 2 】

図 2 (d) に示す例では、造形本体部 1 2 を介して近赤外線吸収部 1 1 に近赤外線を照射しているが、部材 2 0 が近赤外線を透過させる材料から形成されている場合は、部材 2 0 の裏側 (図 1 (d) の下側) から、部材 2 0 を介して近赤外線吸収部 1 1 に近赤外線を照射してもよい。あるいは、近赤外線照射装置 3 を近赤外線吸収部 1 1 の上側と下側との両方に配置して、造形本体部 1 2 および部材 2 0 の両方を介して近赤外線を近赤外線吸収部 1 1 に照射するようにしてもよい。

【 0 0 4 3 】

近赤外線吸収部 1 1 の近赤外線吸収剤により近赤外線が吸収されると、近赤外線吸収剤から発せられた中赤外線および遠赤外線により、近赤外線吸収部 1 1 のマトリックス樹脂が融着に必要な温度に加熱されるため、近赤外線吸収部 1 1 が部材 2 0 と十分に融着する。部材 2 0 に含まれている熱可塑性樹脂と近赤外線吸収部 1 1 の熱可塑性樹脂とが共に溶融して融着することとなる。

20

【 0 0 4 4 】

このとき、造形本体部 1 2 と近赤外線吸収部 1 1 との界面近傍の造形本体部 1 2 は、近赤外線吸収部 1 1 からの中赤外線および遠赤外線の放射により軟化あるいは溶融しても、しなくてもよい。本実施形態では、熱溶融積層造形の過程で造形本体部 1 2 と近赤外線吸収部 1 1 とが既に融着しているためである。

【 0 0 4 5 】

近赤外線吸収剤から発せられた中赤外線および遠赤外線は、近赤外線吸収剤が分散されている樹脂を介して、部材 2 0 と積層造形物 1 0 との接合に必要な箇所のみを局部的に加熱する。したがって、オープン等に部材 2 0 および積層造形物 1 0 を入れて加熱するような場合とは異なり、熱による変形や特性変化等、構造 1 全体へ熱的な影響が及ぶのを避けながら、部材 2 0 と積層造形物 1 0 とが十分に接合された構造 1 を得ることができる。

30

【 0 0 4 6 】

以上の製造方法によれば、熱溶融積層造形の過程においては、部材 2 0 と、部材 2 0 に造形された積層造形物 1 0 とが融着不可能あるいは十分に融着しない場合であっても、部材 2 0 と積層造形物 1 0 との接合箇所に設けられた近赤外線吸収部 1 1 に近赤外線を照射することで、部材 2 0 と、部材 2 0 に造形された積層造形物 1 0 とが融着により十分に接合された構造 1 を得ることができる。

40

【 0 0 4 7 】

〔 第 1 実施形態の変形例 〕

近赤外線吸収部 1 1 は、必ずしも熱溶融積層造形により部材 2 0 に設けられている必要はない。近赤外線吸収部 1 1 は、近赤外線吸収剤およびマトリックス樹脂を含む近赤外線吸収材料から、例えばフィルム状の形態に成形することができる。図 2 (b) に示すように近赤外線吸収材料 1 1 A が点在していたとしても、それらを繋いで 1 枚のフィルムの形態に成形することができる。こうしたフィルム状の近赤外線吸収部 1 1 を貼り付けること等により部材 2 0 に設けることができる。フィルム状の近赤外線吸収部 1 1 を部材 2 0 上に配置するだけでもよい。このフィルム状の近赤外線吸収部 1 1 の上に、図 2 (c) に示すように熱溶融積層造形により熱可塑性樹脂材料 1 2 A を積層することができる。

50

【 0 0 4 8 】

フィルム状の近赤外線吸収部 1 1 と、その上に積層された熱可塑性樹脂材料 1 2 A から形成された造形本体部 1 2 とが十分に融着されていないとしても、近赤外線が近赤外線吸収部 1 1 に照射されることで、近赤外線吸収剤から発せられた中赤外線および遠赤外線により、熱可塑性樹脂材料から形成された造形本体部 1 2、近赤外線吸収部 1 1 のマトリックス樹脂のいずれも軟化あるいは溶融して互いに融着する。近赤外線吸収部 1 1 のマトリックス樹脂が融着する部材 2 0 も含め、造形本体部 1 2、近赤外線吸収部 1 1、および部材 2 0 が融着により一体化されることとなる。

【 0 0 4 9 】

図 3 を参照し、上述した平板状の部材 2 0 とは異なる形状の部材 2 5 に熱溶融積層造形する例について説明する。部材 2 5 は、厚み方向の寸法が相対的に薄い第 1 領域 2 5 1 と、厚み方向の寸法が相対的に厚い第 2 領域 2 5 2 とを有している。部材 2 5 の裏面 2 5 A は、第 1 領域 2 5 1 および第 2 領域 2 5 2 に亘り平面状に形成されている。

10

【 0 0 5 0 】

部材 2 5 のように、裏面 2 5 A から、第 1、第 2 領域 2 5 1、2 5 2 の表面（造形面）、までの高さが異なる場合は、熱溶融積層造形装置を使用し、スライスデータに基づいて、例えば図 3（a）～（d）に示す手順により、近赤外線吸収部 1 1 および造形本体部 1 2 を含む積層造形物 1 5 を部材 2 5 上に造形することができる。

【 0 0 5 1 】

具体的には、図 3（a）に示すように、裏面 2 5 A からの高さが低い第 1 領域 2 5 1 の表面に近赤外線吸収材料 1 1 A を設け、図 3（b）に示すように、第 1 領域 2 5 1 に設けられた近赤外線吸収材料 1 1 A の上に、熱可塑性樹脂材料 1 2 A を積層する。第 1 領域 2 5 1 に造形された近赤外線吸収材料 1 1 A および熱可塑性樹脂材料 1 2 A からなる積層体の高さが、第 2 領域 2 5 2 の表面の高さまで到達したならば、図 3（c）に示すように、第 2 領域 2 5 2 の表面に近赤外線吸収材料 1 1 A を設け、第 1 領域 2 5 1 の積層体には熱可塑性樹脂材料 1 2 A を積層する。

20

その後、図 3（d）に示すように、第 2 領域 2 5 2 に設けられた近赤外線吸収材料 1 1 A の上に熱可塑性樹脂材料 1 2 A を所定の高さまで積層しつつ、第 1 領域 2 5 1 でも熱可塑性樹脂材料 1 2 A を規定の高さまで積層する。

【 0 0 5 2 】

以上により目的の形状の積層造形物 1 5 が得られたならば、近赤外線照射装置 3（図 2（d））を使用し、熱可塑性樹脂材料 1 2 A から形成された造形本体部 1 2 あるいは部材 2 5 を透過させて、近赤外線吸収部 1 1 に近赤外線を照射する。そうすると、近赤外線吸収部 1 1 に含まれる近赤外線吸収剤から発せられる中赤外線および遠赤外線により、積層造形物 1 5 と部材 2 5 とが融着する。

30

【 0 0 5 3 】

〔 第 2 実施形態 〕

図 4 に示す例では、図 2 や図 3 に示す手順とは異なり、図 4（a）に示すように熱可塑性樹脂材料 1 2 A を用いて熱溶融積層造形により造形本体部 1 2 を造形するステップ S 3 1 に連続して、図 4（b）に示すように、造形本体部 1 2 に、近赤外線吸収材料 1 1 A を用いて熱溶融積層造形により近赤外線吸収部 1 1 を設けるステップ S 3 2 を行う。

40

その後、図 4（c）に示すように、造形本体部 1 2 および近赤外線吸収部 1 1 からなる積層造形物 1 6 における近赤外線吸収部 1 1 側に部材 3 0 を配置し（ステップ S 3 3）、図 4（d）に示すように、近赤外線吸収部 1 1 に、造形本体部 1 2 あるいは部材 3 0 を介して近赤外線を照射する（ステップ S 2）。ここでは、熱可塑性樹脂材料から形成された部材 3 0 を透過させて近赤外線を近赤外線吸収部 1 1 に照射する。そうすると、近赤外線吸収部 1 1 の作用により、いずれも熱可塑性樹脂材料が使用されている近赤外線吸収部 1 1 と部材 3 0 とが共に軟化あるいは溶融して互いに融着する。

【 0 0 5 4 】

〔 第 2 実施形態の変形例 〕

50

第2実施形態において部材30に融着する近赤外線吸収部11(図4(c))は、必ずしも熱溶融積層造形により造形されている必要はない。この近赤外線吸収部11は、近赤外線吸収材料から例えばフィルム状の形態に成形することができる。このフィルム状の近赤外線吸収部11が造形本体部12または部材30に設けられた状態、あるいは、フィルム状の近赤外線吸収部11が造形本体部12と部材30との間に挟み込まれた状態で、近赤外線が近赤外線吸収部11に照射されることで、造形本体部12、近赤外線吸収部11のマトリックス樹脂のいずれも軟化あるいは溶融する。そのため、マトリックス樹脂が融着する部材30も含め、造形本体部12、近赤外線吸収部11、および部材20が融着により一体化される。

【0055】

〔第3実施形態〕

次に、図5を参照し、少なくとも一部にオーバーハング形状を含む構造4(図5(c))を製造する方法を説明する。

【0056】

オーバーハング形状は、例えば、図5(c)に示すように、積層造形物において各層が積層される方向(D1)に構造4を投影したとき下の層よりも上の層がはみ出している形状をいう。オーバーハング部4Aが、積層方向D1(鉛直方向)に対して、ある傾斜角度を超えていると、オーバーハング部4Aが自重により変形するため、オーバーハング部4Aを含む構造4を積層造形により成形することができない。

【0057】

そこで、構造4を複数の部分に分割して成形し、成形されたそれぞれの部分を融着して接合する。ここでは、図5(a)に示すように、下半分の第1積層造形物41と、上半分の第2積層造形物42とに分けて、それぞれを熱溶融積層造形により成形する。図5(c)に示すように構造4として組み立てたときにはオーバーハング部4Aを含む第2積層造形物42は、図5(a)に示す成形時には、組立時とは上下逆向きに配置された状態で成形される。

【0058】

個別に成形された第1積層造形物41と第2積層造形物42との間に、図5(b)に示すように、近赤外線吸収部11を介在させ、図5(c)に示すように近赤外線を照射すると、近赤外線を吸収した近赤外線吸収剤から放出される中赤外線および遠赤外線により、第1積層造形物41と第2積層造形物42とを融着することができる。

【0059】

上述した手法は、オーバーハング形状に限らず、一体には成形し難い形状に適用することができる。

部材41および部材42のいずれか一方あるいは両方が、熱溶融積層造形以外の方法により成形されていてもよい。

【0060】

上記以外にも、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更したりすることが可能である。

【符号の説明】

【0061】

- 1, 4 構造
- 3 近赤外線照射装置
- 4 A オーバーハング部
- 10, 15, 16 積層造形物(熱溶融積層造形物)
- 11 近赤外線吸収部
- 11 A 近赤外線吸収材料
- 12 造形本体部
- 12 A 熱可塑性樹脂材料
- 20, 25, 30 部材

10

20

30

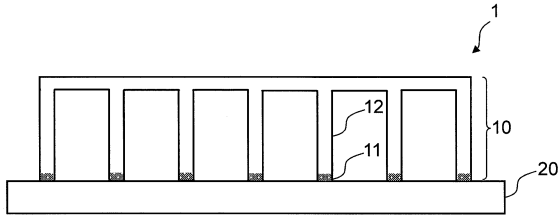
40

50

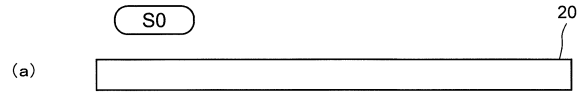
- 2 5 A 裏面
- 4 1 第 1 積層造形物
- 4 2 第 2 積層造形物
- 2 5 1 第 1 領域
- 2 5 2 第 2 領域

【 図 面 】

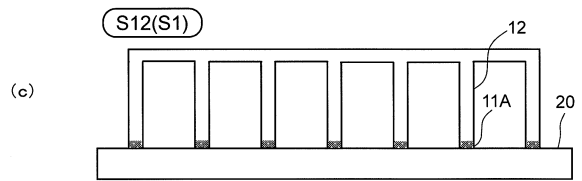
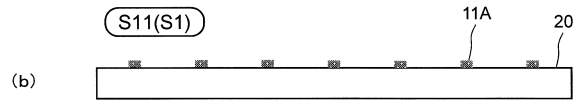
【 図 1 】



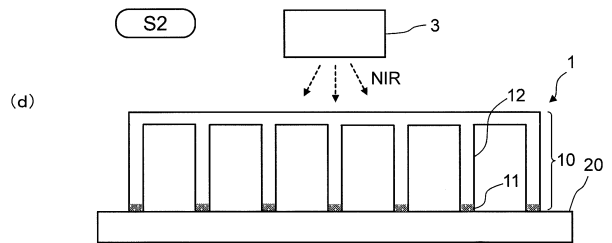
【 図 2 】



10



20

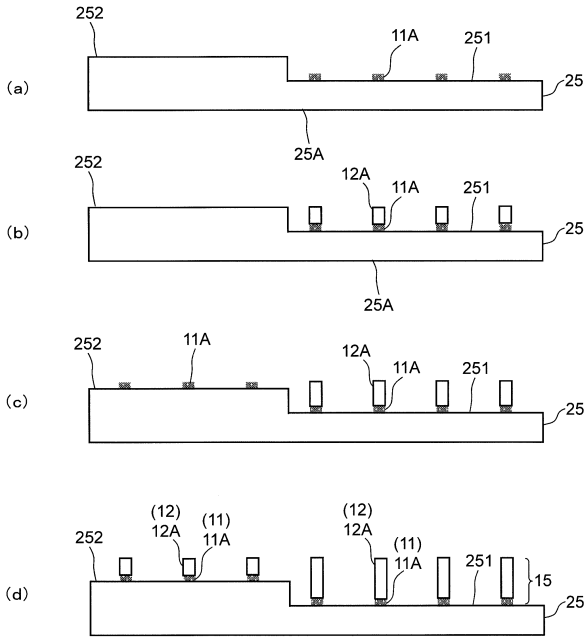


30

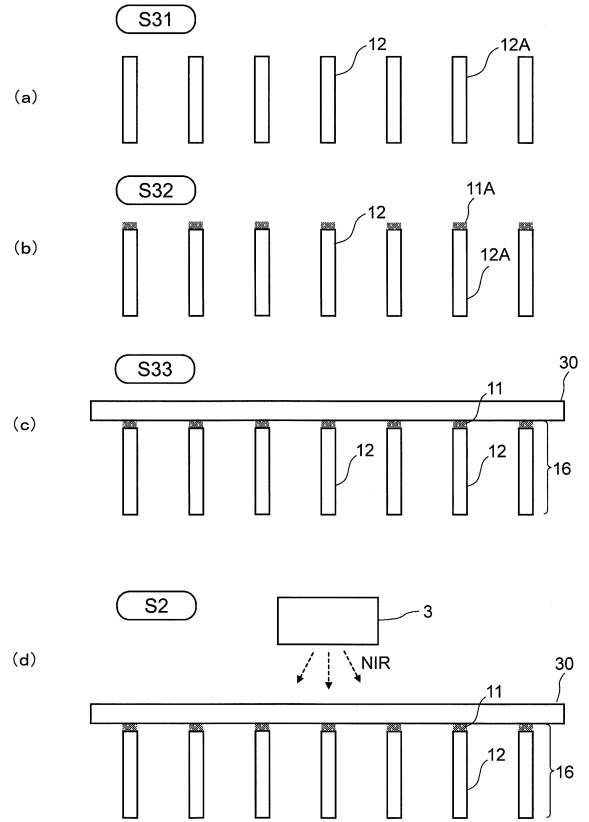
40

50

【 図 3 】



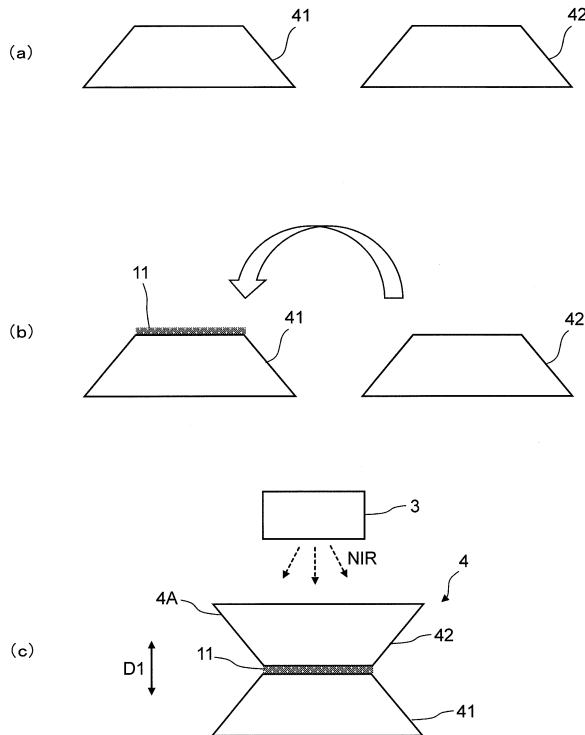
【 図 4 】



10

20

【 図 5 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2013-540629(JP,A)
特表2015-526315(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0283543(US,A1)
特表2017-523063(JP,A)
特開平05-345359(JP,A)
特表2016-501136(JP,A)
特開2018-034325(JP,A)
特開2004-001500(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B29C 64/00 - 73/34
B29D 1/00 - 29/10