



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/021893**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 003 978.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/027608**
(86) PCT-Anmeldetag: **13.07.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.02.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **04.07.2024**

(51) Int Cl.: **B32B 15/08 (2006.01)**
B23K 26/359 (2014.01)

(30) Unionspriorität:
2021-132788 17.08.2021 JP
(71) Anmelder:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP
(74) Vertreter:
**KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

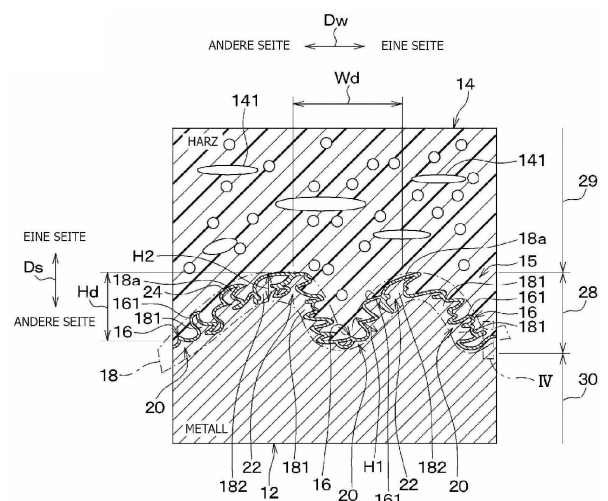
(72) Erfinder:
**Takahashi, Yuya, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Kawanishi, Fumio, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Hayakawa, Tsuyoshi, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Takenaka, Tomohiko, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Koda, Kazuki, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Shirai,
Hideaki, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Zusammengefügtter Körper und Herstellungsverfahren für Metallbauteil, das für einen solchen zusammengefügtten Körper verwendet wird**

(57) Zusammenfassung: Der zusammengefügte Körper beinhaltet ein Metallbauteil (12), das eine Zusammenfügeoberfläche (15) aufweist, in der Vertiefungen (16) ausgebildet sind, und ein Harzbauteil (14), das an der Zusammenfügeoberfläche mit dem Metallbauteil zusammengefügt ist. Der zusammengefügte Körper beinhaltet eine ungleichmäßige Sektion (181) in Schnittrichtung und eine Abdeckungssektion (24). Die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung ist in einer Sektion (20) zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche beinhaltet, die eine vertiefte Oberfläche (161) des Metallbauteils ausbildet, die den Vertiefungen zugewandt ist. Die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung ist in einer Richtung ungleichmäßig, welche eine Tiefenrichtung (Ds) der Vertiefung schneidet. Die Abdeckungssektion bildet eine Oberflächenschicht der Sektion zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche aus und deckt die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung ab. Die Abdeckungssektion bildet eine dünnere Schicht aus als eine ungleichmäßige Tiefe (H1) der ungleichmäßigen Sektion in Schnittrichtung, und weist eine poröse Struktur auf, welche mit dem Harzbauteil gefüllt ist.



Beschreibung

Querverweis auf ähnliche Anmeldungen

[0001] Die vorliegende Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2021-132 788, eingereicht am 17. August 2021, deren Beschreibungen hierin durch Bezugnahme mit aufgenommen wird.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft einen verbundenen bzw. zusammengeführten Körper, der ein Metallbauteil und ein Harzbauteil aufweist, sowie ein Herstellungsverfahren für ein Metallbauteil, das für eben diesen verbundenen bzw. zusammengeführten Körper verwendet wird.

Stand der Technik

[0003] Als ein Typ eines derartigen zusammengeführten Körpers ist zum Beispiel der in PTL 1 beschriebene, aus Harz und Metall zusammengeführte Körper herkömmlich bekannt. Der in PTL 1 beschriebene, aus Harz und Metall zusammengeführte Körper ist ein zusammengeführter Körper, bei welchem ein synthetisches Harzbauteil mit einer Metalloberfläche zusammengeführt ist.

[0004] Bei dem aus Harz und Metall zusammengeführten Körper, der in PTL 1 beschrieben wird, ist auf der Metalloberfläche eine Mehrzahl von mikrokonkaven Sektionen ausgebildet, welche konkave Sektionen sind, die eine Tiefe im Mikrometerbereich aufweisen. Außerdem ist auf der Metalloberfläche eine Mehrzahl von Nano-Unregelmäßigkeiten ausgebildet, die Ungleichmäßigkeiten mit einer Höhe oder Tiefe im Sub-Mikrometerbereich oder im Nanobereich sind.

Entgegenhaltungsliste

Patentliteratur

[0005] PTL 1: JP 2018-66677 A

Kurzfassung der Erfindung

[0006] Wenn ein zusammengeführter Körper, bei welchem ein Metallbauteil und ein Harzbauteil zusammengeführt sind, in einer Umgebung mit extremen Temperaturveränderungen platziert wird, wie beispielsweise einer Umgebung an Bord, tritt an der Verbindungsstelle bzw. Zusammenfügeschnittstelle aufgrund einer Differenz hinsichtlich eines linearen Ausdehnungskoeffizienten zwischen dem Metallmaterial und dem Harzmaterial eine thermische Belastung auf. Daher besteht ein Problem, dass sich das Harzbauteil bzw. -element in einer Umgebung mit

extremen Temperaturveränderungen von der Verbindungs- bzw. Zusammenfügeoberfläche des Metallbauteils bzw. -elements ablösen kann.

[0007] Im Gegensatz dazu sind bei dem aus Harz und Metall zusammengeführten Körper von PTL 1 eine Mehrzahl von mikrokonkaven Sektionen und Nano-Unregelmäßigkeiten auf der Metalloberfläche ausgebildet, die als die Zusammenfügeoberfläche dient, mit welcher das Harzbauteil zusammengeführt wird, was in einer Erhöhung hinsichtlich der Verbindungsfestigkeit bzw. Zusammenfüge-Festigkeit zwischen dem Metallbauteil und dem Harzbauteil resultiert. Allerdings wies der aus Harz und Metall zusammengeführte Körper von PTL 1 keine ausreichende Haltbarkeit in Bezug darauf auf, ein Ablösen des Harzbauteils zu verhindern, das durch die vorstehend beschriebene thermische Belastung verursacht wird. Die Erfinder haben das Vorstehende im Ergebnis einer detaillierten bzw. gründlichen Untersuchung ermittelt.

[0008] In Hinblick auf die vorstehenden Punkte hat die vorliegende Offenbarung die Aufgabe, einen zusammengeführten Körper mit einem Metallbauteil und einem Harzbauteil vorzusehen, welcher ein zusammengeführter Körper ist, der dazu in der Lage ist zu verhindern, dass sich das Harzbauteil von dem Metallbauteil ablöst, selbst wenn dieser in einer Umgebung mit extremen Temperaturveränderungen platziert wird.

[0009] Um die vorstehend beschriebene Aufgabe zu erfüllen, beinhaltet ein zusammengeführter Körper gemäß einem Aspekt bzw. Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ein Metallbauteil, das eine Zusammenfügeoberfläche aufweist, in der eine Vertiefung ausgebildet ist, und ein Harzbauteil, das an der Zusammenfügeoberfläche mit dem Metallbauteil zusammengeführt ist, wobei der zusammengeführte Körper Folgendes beinhaltet: eine ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung, die in einer Sektion zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche beinhaltet ist, die eine vertiefte Oberfläche des Metallbauteils ausbildet, die der Vertiefung zugewandt ist, und die in einer Richtung ungleichmäßig ist, welche eine Tiefenrichtung der Vertiefung schneidet; und eine Abdeckungssektion, die eine Oberflächenschicht der Sektion zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche ausbildet und die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung abdeckt, wobei die Abdeckungssektion eine dünnere Schicht ausbildet als eine ungleichmäßige Tiefe der ungleichmäßigen Sektion in Schnittrichtung, und eine poröse Struktur aufweist, und die poröse Struktur der Abdeckungssektion mit dem Harzbauteil gefüllt ist.

[0010] Auf diese Weise wird im Ergebnis dessen, dass die Vertiefung, die in der Zusammenfügeoberfläche des Metallbauteils ausgebildet ist, die

ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung und die Abdeckungssektion vorgesehen werden, die Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil und dem Harzbauteil zu einer Struktur, bei welcher sich das Kompositions- bzw. Zusammensetzungsverhältnis zwischen dem Material des Metallbauteils und dem Material des Harzbauteils ausgehend von der Seite des Metallbauteils zu der Seite des Harzbauteils graduell verändert. Folglich wird die thermische Belastung reduziert, die an der Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil und dem Harzbauteil erzeugt wird. Daher ist es möglich zu verhindern, dass sich das Harzbauteil von dem Metallbauteil ablöst, selbst wenn zum Beispiel der zusammengefügte Körper in einer Umgebung mit extremen Temperaturveränderungen platziert ist, wie beispielsweise in einer Umgebung an Bord.

[0011] Außerdem ist ein Herstellungsverfahren eines Metallbauteils gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein Herstellungsverfahren für ein Metallbauteil, das eine Zusammenfügeoberfläche aufweist, in der eine Vertiefung ausgebildet ist, und welches an der Zusammenfügeoberfläche mit einem Harzbauteil zusammengefügt ist, wobei das Verfahren Folgendes beinhaltet: Bestrahlen der Zusammenfügeoberfläche, während mit einem Energiestrahle abgetastet wird, wodurch ein Anteil eines geschmolzenen Metalls und eines verdampften Metalls gestreut wird, und die Vertiefung ausgebildet wird; und Verfestigen des geschmolzenen Metalls, das auf der Zusammenfügeoberfläche verblieben ist, ohne gestreut zu werden, und Verursachen, dass das gestreute geschmolzene Metall und das verdampfte Metall auf der Zusammenfügeoberfläche anhaften und sich verfestigen; wobei, wenn sich das geschmolzene Metall und das verdampfte Metall verfestigen, indem sich das geschmolzene Metall verfestigt, das auf der Zusammenfügeoberfläche verblieben ist, ohne gestreut zu werden, eine ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung, die in einer Richtung ungleichmäßig ist, die eine Tiefenrichtung der Vertiefung schneidet, auf einer vertieften Oberfläche vorgesehen ist, die der Vertiefung zugewandt ist, und wenn sich das geschmolzene Metall und das verdampfte Metall verfestigen, indem das gestreute geschmolzene Metall und das verdampfte Metall ferner auf der Zusammenfügeoberfläche anhaften und sich verfestigen, eine Abdeckungssektion vorgesehen ist, die eine Oberflächenschicht einer Sektion zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche ausbildet, welche die vertiefte Oberfläche ausbildet, und die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung abdeckt, und die Abdeckungssektion als eine dünnere Schicht ausgebildet ist als eine ungleichmäßige Tiefe der ungleichmäßigen Sektion in Schnittrichtung, und die Abdeckungssektion mit einer porösen Struktur ausgebildet ist.

[0012] Auf diese Weise kann ein Metallbauteil hergestellt werden, das für einen zusammengefügten Körper gemäß dem vorstehenden Aspekt der vorliegenden Offenbarung verwendet wird. Wenn das Harzbauteil mit dem Metallbauteil zusammengefügt wird, das wie vorstehend beschrieben hergestellt wurde, ist es daher möglich, einen zusammengefügten Körper zu erhalten, der dazu in der Lage ist zu verhindern, dass sich das Harzbauteil von dem Metallbauteil ablöst, selbst wenn dieser in einer Umgebung mit extremen Temperaturveränderungen platziert wird.

[0013] Es ist zu beachten, dass die Bezugszeichen in Klammern, mit denen jede der Komponenten versehen ist, ein Beispiel einer Entsprechung zwischen jeder der Komponenten und spezifischen Komponenten angeben, die bei den nachstehenden Ausführungsformen beschrieben werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Es zeigt/es zeigen:

Fig. 1 eine Perspektivansicht, die einen zusammengefügten Körper, bei welchem ein Metallbauteil und ein Harzbauteil aneinander zusammengefügt sind, gemäß einer ersten Ausführungsform schematisch veranschaulicht;

Fig. 2 ein schematisches Diagramm, das einen vergrößerten Querschnitt einer Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil und dem Harzbauteil veranschaulicht, die in dem zusammengefügten Körper beinhaltet sind, und eine Querschnittsansicht, die einen vergrößerten Schnitt II von **Fig. 1** gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 3 eine Draufsicht, die das Metallbauteil, das in dem zusammengefügten Körper beinhaltet ist, schematisch in einem Ausschnitt veranschaulicht, und ein Diagramm, das eine Zusammenfügeoberfläche des Metallbauteils gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 4 ein schematisches Diagramm, das eine vergrößerte Abdeckungssektion des Metallbauteils veranschaulicht, und eine Querschnittsansicht, welche den Schnitt IV von **Fig. 2** veranschaulicht;

Fig. 5 ein Flussdiagramm, welches einen Herstellungsprozess des Metallbauteils veranschaulicht, das in dem zusammengefügten Körper gemäß der ersten Ausführungsform beinhaltet ist;

Fig. 6 ein Diagramm, das die Ausbildung einer Nut in der Zusammenfügeoberfläche durch Bestrahlung eines bearbeiteten Bauteils mit einem Energiestrahle bei dem zweiten Schritt in **Fig. 5** schematisch veranschaulicht;

Fig. 7 eine Querschnittsansicht, die den Querschnitt VII-VII in **Fig. 3** veranschaulicht, und ein schematisches Diagramm zum Beschreiben der Form des geschmolzenen Metalls, die auftritt, wenn in dem zweiten Schritt in **Fig. 5** eine Mehrzahl von Nuten in der Zusammenfügeoberfläche ausgebildet wird;

Fig. 8 ein Diagramm, das den zusammengefügtten Körper der ersten Ausführungsform und einen zusammengefügtten Körper eines Vergleichsbeispiels vergleicht, um die Betriebseffekte zu beschreiben, die der zusammengefügte Körper der ersten Ausführungsform vorweist.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0015] Nachstehend werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsformen beschrieben werden. Es ist zu beachten, dass die gleichen oder äquivalenten Teile in den folgenden Ausführungsformen, einschließlich der Ausführungsformen, die später beschrieben werden, in den Zeichnungen die gleichen Bezugszeichen aufweisen.

Erste Ausführungsform

[0016] Wie in **Fig. 1** veranschaulicht wird, ist der zusammengefügte Körper 10 der vorliegenden Ausführungsform durch ein Metallbauteil 12 und ein Harzbauteil 14 konfiguriert. Bei dem zusammengefügtten Körper 10 ist das Harzbauteil 14 in Hinblick auf das Metallbauteil 12 auf einer Seite in einer Schichtungsrichtung Ds kaschiert bzw. laminiert. Ferner ist das Harzbauteil 14 an einer Zusammenfügeoberfläche 15, welche eine Oberfläche des Metallbauteils 12 auf einer Seite in der Schichtungsrichtung Ds ist, mit dem Metallbauteil 12 zusammengefügt. Die Zusammenfügeoberfläche 15 ist eine Oberfläche, die zu dem Metallbauteil 12 gehört, die eine Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 bildet.

[0017] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist das Basismetall des Metallbauteils 12 eine Aluminiumlegierung, und das Harzbauteil 14 ist aus PBT hergestellt. Es ist zu beachten, dass das Harzbauteil 14 keinen Glasfüllstoff 141 beinhalten muss, aber wie in **Fig. 2** gezeigt wird, ist bei der vorliegenden Ausführungsform ein Glasfüllstoff 141 beinhaltet. Außerdem ist PBT eine Abkürzung für Polybutylenterephthalat-Harz.

[0018] Wie in **Fig. 2** veranschaulicht wird, ist die Zusammenfügeoberfläche 15 des Metallbauteils 12 mit einer Mehrzahl von feinen Nuten 16 ausgebildet. Daher weist die Zusammenfügeoberfläche 15 eine Dicke in der Schichtungsrichtung Ds auf, wenn diese mikroskopisch betrachtet wird.

[0019] Da die Mehrzahl von Nuten 16, die in der Zusammenfügeoberfläche 15 vorgesehen sind, in der Schichtungsrichtung Ds ausgehend von einer Seite hin zu der anderen Seite vertieft sind, stellt die Schichtungsrichtung Ds mit anderen Worten auch die Tiefenrichtung der Nuten 16 dar. Wie in **Fig. 3** veranschaulicht wird, erstrecken sich die Mehrzahl von Nuten 16 jeweils in einer Nut-Erstreckungsrichtung Dr entlang der Zusammenfügeoberfläche 15. Außerdem ist die Mehrzahl von Nuten 16 ausgehend von einer Seite hin zu der anderen Seite in einer Nut-Anordnungsrichtung Dw Seite an Seite vorgesehen. Das Seitenverhältnis der Nuten 16, welches das Verhältnis der Nuttiefe Hd zu der Nutbreite Wd ist, beträgt vorzugsweise 1 oder weniger. Das Seitenverhältnis der Nuten 16 wird nach der Formel „Seitenverhältnis = Hd / Wd“ berechnet.

[0020] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Nut-Erstreckungsrichtung Dr, die Nut-Anordnungsrichtung Dw und die Schichtungsrichtung Ds Richtungen, die einander schneiden, und diese sind streng genommen Richtungen, die senkrecht zueinander verlaufen. Außerdem entspricht bei der vorliegenden Offenbarung die Nut-Anordnungsrichtung Dw einer Richtung.

[0021] Wie in **Fig. 2** veranschaulicht wird, weist das Metallbauteil 12 eine ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen auf, die auf der Zusammenfügeoberfläche 15 vorgesehen ist und mit einer ungleichmäßigen Form ausgebildet ist, und die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen ist über die ganze Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 ausgebildet. Daher ist die ungleichmäßige Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen auf einer Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 des Metallbauteils 12 ausgebildet, welche eine Nutoberfläche 161, die den Nuten 16 zugewandt ist, sowie eine Sektion 22 zwischen Nuten des Metallbauteils 12 ausbildet, welche die Zusammenfügeoberfläche 15 zwischen jeder der Mehrzahl von Nuten 16 ausbildet. Kurz gesagt erstreckt sich die ungleichmäßige Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen zu der Nutoberfläche 161 jeder der Mehrzahl von Nuten 16, sowie zwischen jeder der Mehrzahl von Nuten 16.

[0022] Das heißt, die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen beinhaltet eine ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung, welche die ungleichmäßige Form ausbildet, die in der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 beinhaltet ist, und eine ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten, welche die ungleichmäßige Form ausbildet, die in der Sektion 22 zwischen Nuten beinhaltet ist. Ferner bildet die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung eine Form aus, die in einer Richtung ungleichmäßig ist, welche die Schichtungsrichtung Ds

schneidet, und ist von der ganzen bzw. gesamten Nutoberfläche 161 zum Beispiel auch auf der Seitenoberfläche der Nut bzw. Nut-Seitenoberfläche und der Bodenoberfläche der Nut bzw. Nut-Bodenoberfläche vorgesehen.

[0023] Überdies weist das Metallbauteil 12 eine Abdeckungssektion 24 auf, die auf der Zusammenfügeoberfläche 15 vorgesehen ist, und die Abdeckungssektion 24 deckt die ganze ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen ab. Daher bildet die Abdeckungssektion 24 bei der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 eine Oberflächenschicht der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 aus und deckt die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung ab. Zusätzlich ist die Abdeckungssektion 24 so vorgesehen, um sich ausgehend von der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 zu der Sektion 22 zwischen Nuten zu erstrecken, und bildet zudem die Oberflächenschicht der Sektion 22 zwischen Nuten aus. Das heißt, die Abdeckungssektion 24 deckt in der Sektion 22 zwischen Nuten die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten ab.

[0024] Außerdem bildet die Abdeckungssektion 24 eine dünnere Schicht aus als die ungleichmäßigen Tiefen H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen. Das heißt, die Abdeckungssektion 24 bildet eine dünnere Schicht aus als die ungleichmäßige Tiefe H1 der ungleichmäßigen Sektion 181 in Schnittrichtung in der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20, und bildet eine dünnere Schicht aus als die ungleichmäßige Tiefe H2 der ungleichmäßigen Sektion 182 zwischen Nuten in der Sektion 22 zwischen Nuten.

[0025] Die ungleichmäßigen Tiefen H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen sind mit anderen Worten die Dicken H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen, und betragen bei der vorliegenden Ausführungsform zum Beispiel 1 bis 100 µm. Außerdem beträgt die Dicke der Abdeckungssektion 24 zum Beispiel 10 nm bis 10 µm. Auf diese Weise ist die Dicke der Abdeckungssektion 24 erheblich geringer als die Dicken H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen, da die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen eine µm-Skala-Vorsprungsstruktur aufweist, und die Abdeckungssektion 24 eine nm-Skala-Struktur aufweist, wenn die ganze Zusammenfügeoberfläche 15 betrachtet wird. Daher ändert sich nichts an dem Sachverhalt, dass die Abdeckungssektion 24 eine dünnere Schicht ausbildet als die Dicken (mit anderen Worten die ungleichmäßigen Tiefen) H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen, selbst wenn die Dicken H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen und die Dicke der Abdeckungssektion 24 zum Beispiel anhand ihrer Durchschnittswerte oder ihrer maxima-

len Werte verglichen werden. Zur Bestätigung beinhalten die Dicken H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen nicht die Dicke der Abdeckungssektion 24.

[0026] Zusätzlich, wie in den Fig. 2 und 4 veranschaulicht wird, weist die Abdeckungssektion 24 eine Struktur auf, bei welcher eine Mehrzahl von Körnchen 24a, die einen Abschnitt des Metallbauteils 12 bilden, so miteinander zusammengefügt sind, um Poren ausbilden, das heißt eine poröse Struktur, bei welcher eine große Anzahl feiner Hohlräume ausgebildet ist. Die große Anzahl an feinen Hohlräumen der porösen Struktur sind mit dem Harzbauteil 14 gefüllt. Die Mehrzahl von Körnchen 24a, welche die Abdeckungssektion 24 bilden, sind nicht in dem Harzbauteil 14 suspendiert, sondern jeweils direkt oder über andere Körnchen 24a mit der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen zusammengefügt.

[0027] Außerdem weist die Abdeckungssektion 24 eine erste Schicht 241 und eine zweite Schicht 242 auf, die in einer Dickenrichtung Dt der Abdeckungssektion 24 kaschiert bzw. laminiert sind. Da die Abdeckungssektion 24 eine poröse Struktur aufweist, die mit dem Harzbauteil 14 gefüllt wurde, wie vorstehend beschrieben, weisen die erste Schicht 241 und die zweite Schicht 242 ebenfalls eine poröse Struktur auf, die mit dem Harzbauteil 14 gefüllt wurde.

[0028] Die zweite Schicht 242 der Abdeckungssektion 24 ist zwischen der ersten Schicht 241 und der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen vorgesehen. Das heißt, die zweite Schicht 242 ist zwischen der ersten Schicht 241 und der ungleichmäßigen Sektion 181 in Schnittrichtung in der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 sowie zwischen der ersten Schicht 241 und der ungleichmäßigen Sektion 182 zwischen Nuten in der Sektion 22 zwischen Nuten vorgesehen.

[0029] Da die Abdeckungssektion 24 durch eine Mehrzahl von Körnchen 24a gebildet wird, werden auch die erste Schicht 241 und die zweite Schicht 242 durch eine Mehrzahl von Körnchen 24a gebildet. Allerdings neigt die Partikelgrößenverteilung der Körnchen 24a, welche die zweite Schicht 242 bilden, verglichen mit der Partikelgrößenverteilung der Körnchen 24a, welche die erste Schicht 241 bilden, zu einer größeren Partikelgröße.

[0030] Daher beinhaltet die zweite Schicht 242, von der Mehrzahl von Körnchen 24a, die in der Abdeckungssektion 24 beinhaltet sind, Körnchen 24a, die eine größere Partikelgröße aufweisen als die der Körnchen 24a, welche die erste Schicht 241 bilden. Genauer gesagt enthält die zweite Schicht 242 Körnchen 24a, deren Partikelgröße noch größer ist

als die der größten Körnchen 24a, welche die erste Schicht 241 bilden.

[0031] Die Partikelgröße der Körnchen 24a, welche die erste Schicht 241 bilden, beträgt zum Beispiel 1 bis 20 nm, und die Partikelgröße der Körnchen 24a, welche die zweite Schicht 242 bilden, beträgt 10 bis 200 nm. Als das Messverfahren der Partikelgröße der Körnchen 24a können verschiedene Messverfahren verwendet werden, solange das Messverfahren für die Messung der ersten Schicht 241 und die Messung der zweiten Schicht 242 das gleiche ist.

[0032] Da die Partikelgröße der Körnchen 24a zwischen der ersten Schicht 241 und der zweiten Schicht 242 unterschiedlich ist, ist außerdem das Gehalts- bzw. Inhaltsverhältnis des Metallmaterials, welches das Metallbauteil 12 bildet, zu dem Harzmaterial, welches das Harzbauteil 14 bildet, zwischen der ersten Schicht 241 und der zweiten Schicht 242 unterschiedlich. Genauer gesagt ist das Inhaltsverhältnis definiert als „Inhaltsverhältnis = Masse des Metallmaterials / Masse des Harzmaterials“, und das Inhaltsverhältnis der ersten Schicht 241 ist kleiner als das Inhaltsverhältnis der zweiten Schicht 242. In der nachstehenden Beschreibung wird, sofern dies nicht anderweitig spezifiziert wird, das Inhaltsverhältnis zwischen dem Metallmaterial und dem Harzmaterial unter Verwendung von „Inhaltsverhältnis = Masse des Metallmaterials / Masse des Harzmaterials“ beschrieben.

[0033] Wie vorstehend beschrieben, ist bei der Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 die Mehrzahl von Nuten 16, die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen und die Abdeckungssektion 24 vorgesehen. Daher ist die Zusammenfügeschnittstelle eine Gradientenschicht 28, bei welcher sich das Inhaltsverhältnis des Metallmaterials zu dem Harzmaterial in der Schichtungsrichtung Ds hin zu der anderen Seite erhöht.

[0034] Ferner ist eine Seite der Gradientenschicht 28 in der Schichtungsrichtung Ds eine aus Harz gebildete Sektion 29, die das Harzmaterial enthält, aber nicht das Metallmaterial enthält, und der größte Teil des Harzbauteils 14 ist die aus Harz gebildete Sektion 29. Andererseits ist die andere Seite der Gradientenschicht 28 in der Schichtungsrichtung Ds eine aus Metall gebildete Sektion 30, die das Metallmaterial enthält, aber nicht das Harzmaterial enthält, und der größte Teil des Metallbauteils 12 ist die aus Metall gebildete Sektion 30.

[0035] Es ist zu beachten, dass bei der vorliegenden Ausführungsform die Nuten 16 den Vertiefungen der vorliegenden Offenbarung entsprechen, die Nutoberfläche 161 der vertieften Oberfläche der vorliegenden Offenbarung entspricht, die Nutoberflächen-

Ausbildungssektion 20 der Sektion zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche der vorliegenden Offenbarung entspricht, die Sektion 22 zwischen Nuten der Sektion zwischen Vertiefungen der vorliegenden Offenbarung entspricht, und die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten der ungleichmäßigen Sektion zwischen Vertiefungen der vorliegenden Offenbarung entspricht.

[0036] Als nächstes wird unter Verwendung von **Fig. 5** das Herstellungsverfahren des Metallbauteils 12 beschrieben, das in dem zusammengefügte Körper 10 vorgesehen ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der zusammengefügte Körper 10 erhalten, indem das Harzbauteil 14 mit dem Metallbauteil 12 zusammengefügt wird, das durch den Herstellungsprozess in **Fig. 5** erhalten wird. Es ist möglich, zum Beispiel ein beliebiges Verarbeitungsverfahren wie beispielsweise Spritzguss mit Einlage oder Thermokompressionsbonden als das Verarbeitungsverfahren zum Zusammenfügen des Harzbauteils 14 mit dem Metallbauteil 12 zu verwenden.

[0037] Wie in den **Fig. 5** und **6** veranschaulicht wird, wird beim ersten Schritt S01, der ein Vorbereitungsschritt ist, ein verarbeitetes bzw. bearbeitetes Bauteil 50 vorbereitet, das in das Metallbauteil 12 verarbeitet werden soll. Bei dem ersten Schritt S01 wurde die Zusammenfügeoberfläche 15 des bearbeiteten Bauteils 50 noch nicht bearbeitet, um die Nuten 16 auszubilden, und ist zum Beispiel eine glatte Oberfläche.

[0038] Bei dem zweiten Schritt S02, der ein Bestrahlungsschritt ist, wird ein Energiestrahл 52 in Hinblick auf die Zusammenfügeoberfläche 15 des bearbeiteten Bauteils 50 bestrahlt, während abgetastet wird, wie durch den Pfeil B 1 in **Fig. 6** angezeigt wird. Genauer gesagt wird bei jedem Prozess, der eine einzelne Nut 16 ausbildet, ein einziges Mal mit dem Energiestrahл 52 abgetastet, anstatt dass mehrmals abgetastet wird. Im Ergebnis werden das verdampfte Metall, das evaporiert und verdampft wurde, und ein Abschnitt bzw. Anteil des geschmolzenen Metalls, das geschmolzen und verflüssigt wurde, gestreut, und die Nuten 16 werden ebenfalls in der Zusammenfügeoberfläche 15 ausgebildet. Wie in **Fig. 3** veranschaulicht wird, ist eine Mehrzahl von Nuten 16 in der Zusammenfügeoberfläche 15 ausgebildet.

[0039] Der Energiestrahл 52, der beim zweiten Schritt S02 der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird, ist zum Beispiel ein infraroter Laserstrahl, und damit wird durch Nanosekunden-Impuls-Oszillation bestrahlt. Außerdem beträgt zum Beispiel die Impulsbreite des Energiestrahls 52 10 ps bis 10 μ s, die Leistungsdichte beträgt 10^4 bis 10^7 W/mm², der Bestrahlungsdurchmesser (mit anderen Worten der Fokussierungsdurchmesser) auf der Zusammen-

fügeoberfläche 15 beträgt 100 µm oder mehr, und die Ausgabe beträgt 100 W oder mehr.

[0040] Bei dem dritten Schritt S03, der ein Verfestigungsschritt in **Fig. 5** ist, wird das bearbeitete Bauteil 50 gekühlt, nachdem dieses mit dem Energiestrah 52 bestrahlt wurde. Zum Beispiel wird das bearbeitete Bauteil 50 im Ergebnis dessen gekühlt, dass es an der Luft stehen gelassen wird.

[0041] Im Ergebnis einer Kühlung des bearbeiteten Bauteils 50 verfestigt sich das geschmolzene Metall, das auf der Zusammenfügeoberfläche 15 verblieben ist, ohne dass dieses gestreut wird. Zudem haften das gestreute verdampfte Metall und das gestreute geschmolzene Metall an der Zusammenfügeoberfläche 15 an und verfestigen sich.

[0042] Genauer gesagt steigt das geschmolzene Metall, das auf der Zusammenfügeoberfläche 15 verblieben ist, aufgrund des Verdampfungsdrucks des Metallmaterials auf, ohne dass dieses gestreut wird, und verfestigt sich in einem Zustand, in dem dieses eine ungleichmäßige Form vorweist. Im Ergebnis ist die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen in **Fig. 2** als ein resultierendes Produkt, bei welchem sich das geschmolzene Metall in einem Zustand verfestigt, in dem dieses eine ungleichmäßige Form vorweist, auf der Zusammenfügeoberfläche 15 vorgesehen. Mit anderen Worten ist die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen ausgebildet, die ein verfestigtes Material der Schmelze beinhaltet, das einen Zustand vorweist, in welchem das Basismetall des Metallbauteils 12 nicht oxidiert ist und sich mit der Komposition bzw. Zusammensetzung des Basismetalls wieder verfestigt.

[0043] Außerdem ist die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung, wie in **Fig. 2** veranschaulicht wird, in Bezug auf die Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 und die Sektion 22 zwischen Nuten auf der Nutoberfläche 161 des Metallbauteils 12 in der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 vorgesehen, und die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten ist in der Sektion 22 zwischen Nuten vorgesehen. Die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung und die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten werden ebenfalls einschließlich eines verfestigten Materials der Schmelze ausgebildet.

[0044] Zusätzlich ist die Abdeckungssektion 24, wie in den **Fig. 2** und **4** veranschaulicht wird, im Ergebnis dessen, dass das gestreute verdampfte Metall und das geschmolzene Metall auf der Zusammenfügeoberfläche 15 anhaften und sich verfestigen, auf der Zusammenfügeoberfläche 15 vorgesehen, um so die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen als ein resultierendes Produkt abzudecken, bei welchem sich das gestreute verdampfte Metall und das geschmolzene Metall verfestigt haben. Ferner ist die

Abdeckungssektion 24 als eine dünnere Schicht ausgebildet als die ungleichmäßigen Tiefen H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen, und ist mit einer Struktur ausgebildet, bei welcher die Mehrzahl der Körnchen 24a aneinander zusammengefügt sind, um so Poren auszubilden (kurz gesagt, eine poröse Struktur).

[0045] Das heißt, die Abdeckungssektion 24 bildet in der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 die Oberflächenschicht der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 aus und deckt die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung ab, und ist als eine dünnere Schicht ausgebildet als die ungleichmäßige Tiefe H1 der ungleichmäßigen Sektion 181 in Schnittrichtung. Ferner bildet die Abdeckungssektion 24 in der Sektion 22 zwischen Nuten die Oberflächenschicht der Sektion 22 zwischen Nuten aus und deckt die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten ab, und ist als eine dünnere Schicht ausgebildet als die ungleichmäßige Tiefe H2 der ungleichmäßigen Sektion 182 zwischen Nuten.

[0046] Zu dieser Zeit haften das gestreute verdampfte Metall und das gestreute geschmolzene Metall jeweils in einer Schichtform auf der Zusammenfügeoberfläche 15 an und verfestigen sich. Genauer gesagt wird die zweite Schicht 242 der Abdeckungssektion 24 im Ergebnis dessen ausgebildet, dass das gestreute geschmolzene Metall wieder auf der Zusammenfügeoberfläche 15 anhaftet und sich verfestigt. Ferner bildet sich die erste Schicht 241 der Abdeckungssektion 24 im Ergebnis dessen aus, dass das gestreute verdampfte Metall wieder auf der Zusammenfügeoberfläche 15 anhaftet und sich verfestigt.

[0047] Zusätzlich ist die Abdeckungssektion 24 mit einem Metalloxid ausgebildet, in welchem das Basismetall des Metallbauteils 12 oxidiert wurde, da das gestreute verdampfte Metall und geschmolzenes Metall jeweils oxidiert werden, während diese gestreut werden. Wenn die Abdeckungssektion 24 und die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen verglichen werden, weist die Abdeckungssektion 24 verglichen mit der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen ein größeres Inhaltsverhältnis des Metalloxids zu dem verfestigten Material der Schmelze auf.

[0048] Hierbei wird beim zweiten Schritt S02 in **Fig. 5** eine Mehrzahl von Nuten 16 ausgebildet, und die Nuten 16 werden der Reihe nach durch Bestrahlung mit dem Energiestrah 52 ausgehend von einer Seite hin zu der anderen Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw ausgebildet. Wie in **Fig. 7** veranschaulicht wird, wird im Ergebnis eine bestimmte erste Nut 16a aus der Mehrzahl von Nuten 16 durch die Verarbeitung einer zweiten Nut 16b beeinflusst, die auf der anderen Seite in der Nut-Anordnungsrichtung

tung Dw benachbart zu der ersten Nut 16a angeordnet ist.

[0049] Genauer gesagt bildet das geschmolzene Metall Ma, das in der ersten Nut 16a verblieben ist, während der Verarbeitung der ersten Nut 16a eine ungleichmäßige Form aus, die sich aufgrund des Verdampfungsdrucks des Metallmaterials zu der Außenseite der ersten Nut 16a ausdehnt. Das heißt, an diesem Punkt bildet das geschmolzene Metall Ma in der ersten Nut 16a auf einer Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw in Hinblick auf den Mittelpunkt der ersten Nut 16a eine ungleichmäßige Form aus, bei welcher hervorragende Enden 18a (siehe **Fig. 2**) einer Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw zugewandt sind. Ferner bildet das geschmolzene Metall Ma auf der anderen Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw eine ungleichmäßige Form aus, bei welcher hervorragende Enden 18a der anderen Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw zugewandt sind.

[0050] Wenn bei der Position der zweiten Nut 16b mit dem Energiestrahl 52 bestrahlt wird, erreichen der Verdampfungsdruck des Metallmaterials und die Verarbeitungswärme an der zweiten Nut 16b bei der Verarbeitung der zweiten Nut 16b die erste Nut 16a. Im Ergebnis wird die ungleichmäßige Form der ersten Nut 16a so verformt, dass diese von der anderen Seite hin zu einer Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw gedrückt wird, wie durch eine Strich-Zweistrichlinie in **Fig. 7** angezeigt wird.

[0051] Daher ist die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen, die durch einen dritten Schritt S03 in **Fig. 5** verfestigt wurde, derart ausgebildet, dass die Mehrzahl von hervorragenden Enden 18a, die in der ungleichmäßigen Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen beinhaltet sind, in der Nut-Anordnungsrichtung Dw mehr einer Seite als der anderen Seite zugewandt geneigt sind, wie in **Fig. 2** gezeigt wird. Mit anderen Worten ist die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen derart ausgebildet, dass die Mehrzahl von hervorragenden Enden 18a, die in der ungleichmäßigen Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen beinhaltet sind, derart ausgebildet ist, dass die Orientierung bzw. Ausrichtung mehr einer Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw zugewandt als der anderen Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw zugewandt geneigt ist.

[0052] Als nächstes werden Betriebseffekte beschrieben werden, welche die vorliegende Ausführungsform vorweist. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform, wie in den **Fig. 2** und **4** veranschaulicht wird, ist in der Zusammenfügeoberfläche 15 des Metallbauteils 12 eine Mehrzahl von Nuten 16 ausgebildet. Die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung ist in der Nutoberflächen-Ausbil-

dungssektion 20 beinhaltet und die Abdeckungssektion 24 bildet die Oberflächenschicht der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 aus und deckt die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung ab. Die Abdeckungssektion 24 bildet eine dünnere Schicht aus als die ungleichmäßige Tiefe H1 der ungleichmäßigen Sektion 181 in Schnittrichtung, und weist eine poröse Struktur auf. Ferner ist die poröse Struktur der Abdeckungssektion 24 durch das Harzbauteil 14 gefüllt.

[0053] Im Ergebnis einer derartigen Konfiguration weist die Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 eine Struktur auf, bei welcher sich das Kompositions- bzw. Zusammensetzungsverhältnis zwischen dem Metallmaterial und dem Harzmaterial in der Schichtungsrichtung Ds graduell verändert, indem die Mehrzahl von Nuten 16 vorgesehen wird, die in der Zusammenfügeoberfläche 15, der ungleichmäßigen Sektion 181 in Schnittrichtung und der Abdeckungssektion 24 ausgebildet sind. Kurz gesagt, ist die Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 bei der vorliegenden Ausführungsform eine Gradientenschicht 28, in welcher sich das Inhaltsverhältnis des Metallmaterials zu dem Harzmaterial in der Schichtungsrichtung Ds hin zu der anderen Seite erhöht. Folglich wird die thermische Belastung reduziert, die an der Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 erzeugt wird.

[0054] Daher ist es möglich zu verhindern, dass sich das Harzbauteil 14 von dem Metallbauteil 12 ablöst, selbst wenn der zusammengefügte Körper 10 in einer Umgebung mit extremen Temperaturveränderungen platziert ist, wie beispielsweise in einer Umgebung an Bord. Ferner können eine ausreichende Kälte- und Wärmebeständigkeit, eine hohe Haftfestigkeit und Dichtungseigenschaften sichergestellt werden, die das Zusammenfügen bzw. die Verbindung zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 aufrechterhalten.

[0055] Hierbei werden, wie in **Fig. 8** veranschaulicht wird, der zusammengefügte Körper 10 der vorliegenden Ausführungsform und ein zusammengefügter Körper 80 eines Vergleichsbeispiels, bei welchem die Zusammenfügeschnittstelle keine Gradientenschicht 28 ist, miteinander verglichen. Zum Beispiel dehnt sich das Harzbauteil 14 unter der Annahme, dass das Metallbauteil 12 und das Harzbauteil 14 nicht in dem zusammengefügten Körper 80 des Vergleichsbeispiels zusammengefügt sind, stärker aus oder zieht sich stärker zusammen als das Metallbauteil 12, wenn eine Temperaturveränderung von der Raumtemperatur zu der Seite mit niedriger Temperatur oder zu der Seite mit hoher Temperatur auftritt, wie in (AL), (A0) und (AH) in **Fig. 8** veranschaulicht wird. Daher konzentriert sich bei dem zusammenge-

fügten Körper 80 des Vergleichsbeispiels eine Scherspannung bzw. Scherbeanspruchung, welche eine thermische Belastung bzw. Beanspruchung ist, an der Zusammenfügeschnittstelle, an welcher das Metallbauteil 12 und das Harzbauteil 14 zusammengefügt sind, wie durch Pfeile in (BL) und (BH) in **Fig. 8** angezeigt wird.

[0056] Im Gegensatz dazu dehnt sich das Harzbauteil 14 unter der Annahme, dass das Metallbauteil 12 und das Harzbauteil 14 nicht in dem zusammengefügt Körper 10 der vorliegenden Ausführungsform zusammengefügt sind, stärker aus oder zieht sich stärker zusammen als das Metallbauteil 12, wenn eine Temperaturveränderung von der Raumtemperatur zu der Seite mit niedriger Temperatur oder zu der Seite mit hoher Temperatur auftritt, wie in (CL), (C0) und (CH) in **Fig. 8** veranschaulicht wird. Allerdings erhöht sich der Betrag einer Ausdehnung oder eines Zusammenziehens hinsichtlich der Gradientenschicht 28, das durch die Temperaturveränderung verursacht wird, hin zu einer Seite in der Schichtungsrichtung Ds, und nähert sich an den Betrag von nur einer Ausdehnung oder nur einem Zusammenziehen des Harzmaterials an. Im Gegensatz dazu verringert sich der Betrag einer Ausdehnung und eines Zusammenziehens hinsichtlich der Gradientenschicht 28 hin zu der anderen Seite in der Schichtungsrichtung Ds, und nähert sich an den Betrag von nur einer Ausdehnung oder nur einem Zusammenziehen des Metallmaterials an.

[0057] Im Ergebnis wird in der Gradientenschicht 28 des zusammengefügt Körper 10 der vorliegenden Ausführungsform, wie durch Pfeile Bei (DL) und (DH) in **Fig. 8** angezeigt wird, die Scherspannung in der Schichtungsrichtung Ds stärker dispergiert bzw. verteilt als bei dem zusammengefügt Körper 80 des Vergleichsbeispiels, obwohl eine Scherspannung erzeugt wird, welche eine thermische Belastung ist. Daher wird bei dem zusammengefügt Körper 10 der vorliegenden Ausführungsform verglichen mit dem zusammengefügt Körper 80 des Vergleichsbeispiels die Belastungskonzentration der thermischen Belastung an der Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 reduziert, da die Gradientenschicht 28 vorgesehen ist. Folglich ist es bei der vorliegenden Ausführungsform, wie vorstehend beschrieben, möglich zu verhindern, dass sich das Harzbauteil 14 aufgrund von extremen Temperaturveränderungen des zusammengefügt Körper 10 von dem Metallbauteil 12 ablöst.

(1) Außerdem ist die poröse Struktur der Abdeckungssektion 24 gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Struktur, bei welcher die Mehrzahl von Körnchen 24a aneinander zusammengefügt ist, um so Poren auszubilden, wie in den **Fig. 2** und **4** veranschaulicht wird. Die Abdeckungssektion 24 beinhaltet die erste

Schicht 241 und die zweite Schicht 242, welche auf der ersten Schicht 241 laminiert ist und zwischen der ersten Schicht 241 und der ungleichmäßigen Sektion 181 in Schnittrichtung vorgesehen ist. Zusätzlich beinhaltet die zweite Schicht 242, von der Mehrzahl von Körnchen 24a, die in der Abdeckungssektion 24 beinhaltet sind, Körnchen 24a, die eine größere Partikelgröße aufweisen als die der Körnchen 24a, welche die erste Schicht 241 bilden.

[0058] Daher verändert sich in der Abdeckungssektion 24 graduell das Inhaltsverhältnis des Metallmaterials zu dem Harzmaterial, sodass dieses sich erhöht, wobei dieses sich in der Dickenrichtung Dt der Abdeckungssektion 24 an die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung annähert. Im Ergebnis ist die Konfiguration der Abdeckungssektion 24 ebenfalls dazu in der Lage, eine Reduktion hinsichtlich der Belastungskonzentration der thermischen Belastung zu erreichen.

[0059] (2) Überdies ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung ausgebildet, die das verfestigte Material der Schmelze enthält, in welchem das Basismetall des Metallbauteils 12 einen wiederverfestigten Zustand mit einem Bestandteil des Basismetalls vorweist, und die Abdeckungssektion 24 ausgebildet ist, die ein Metalloxid enthält, in welchem das Basismetall des Metallbauteils 12 oxidiert wurde. Daher können das verdampfte Metall und das geschmolzene Metall, die bei der Ausbildung der Nuten 16 durch Bestrahlung mit dem Energiestrah 52 erzeugt werden, verwendet werden, um sowohl die Abdeckungssektion 24 als auch die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung auszubilden.

[0060] (3) Zusätzlich ist das Basismetall des Metallbauteils 12 gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Aluminiumlegierung. Daher ist es im Ergebnis der Bestrahlung mit dem Energiestrah 52 möglich, die Nuten 16 auszubilden, die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung auszubilden, die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten auszubilden, und die Abdeckungssektion 24 auszubilden.

[0061] (4) Zudem ist das Harzbauteil 14 gemäß der vorliegenden Ausführungsform aus PBT hergestellt. Daher kann das Harzmaterial in das Innere der Nuten 16, die konkaven Teile der ungleichmäßigen Sektion 181 in Schnittrichtung und der ungleichmäßigen Sektion 182 zwischen Nuten, sowie die poröse Struktur der Abdeckungssektion 24 durchdringen, indem das Harzmaterial erwärmt und fluidisiert wird, und das Metallbauteil 12 und das Harzbauteil 14 können sicher zusammengefügt werden.

[0062] (5) Außerdem ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten in der Sektion 22 zwischen Nuten des Metallbauteils 12 beinhaltet und bildet eine ungleichmäßige Form aus. Zusätzlich erstreckt sich die Abdeckungssektion 24 zu der Sektion 22 zwischen Nuten und bildet die Oberflächenschicht der Sektion 22 zwischen Nuten aus, deckt die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten ab, und ist als eine dünnere Schicht ausgebildet als die ungleichmäßige Tiefe H2 der ungleichmäßigen Sektion 182 zwischen Nuten.

[0063] Das heißt, die ähnliche Oberflächenform wie die der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20, welche die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung beinhaltet, ist nicht nur auf der Nutoberflächen-Ausbildungssektion 20 ausgebildet, sondern auch auf der Sektion 22 zwischen Nuten, welche die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten beinhaltet. Daher können das Metallbauteil 12 und das Harzbauteil 14 verglichen mit einem Fall, bei welchem die Sektion 22 zwischen Nuten nicht die ungleichmäßige Sektion 182 zwischen Nuten beinhaltet, fester zusammengefügt werden.

[0064] (6) Überdies ist die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen gemäß der vorliegenden Ausführungsform derart ausgebildet, dass die Mehrzahl von hervorragenden Enden 18a, die in der ungleichmäßigen Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen beinhaltet sind, in der Nut-Anordnungsrichtung Dw mehr einer Seite als der anderen Seite zugewandt geneigt sind, wie in **Fig. 2** veranschaulicht wird. Daher ist es möglich, das Metallbauteil 12 und das Harzbauteil 14 so zusammenzufügen, dass diese einer externen Kraft sicher standhalten, die versucht, das Harzbauteil 14 relativ zu dem Metallbauteil 12 hin zu der anderen Seite in der Nut-Anordnungsrichtung Dw zu versetzen. Das heißt es ist möglich, eine Richtwirkung zu der Zusammenfügekraft zu addieren, die der externen Kraft standhält, welche versucht, das Harzbauteil 14 von dem Metallbauteil 12 abzulösen, und die Verbindung zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 aufrechterhält.

[0065] Zusätzlich ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform beim dritten Schritt S03 in **Fig. 5**, wie in **Fig. 2** veranschaulicht wird, im Ergebnis dessen, dass sich das geschmolzene Metall, das auf der Zusammenfügeoberfläche 15 verblieben ist, verfestigt, ohne dass dieses gestreut wird, in einem Zustand, in welchem das geschmolzene Metall aufgrund des Verdampfungsdrucks eine ungleichmäßige Form vorweist, die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung auf der Nutoberfläche 161 vorgesehen.

[0066] Ferner kann beim dritten Schritt S03 die Abdeckungssektion 24 vorgesehen werden, welche die ungleichmäßige Sektion 181 in Schnittrichtung abdeckt, indem das gestreute geschmolzene Metall und das verdampfte Metall auf der Zusammenfügeoberfläche 15 anhaften und sich verfestigen. Zu der gleichen Zeit ist die Abdeckungssektion 24 als eine dünnere Schicht ausgebildet als die ungleichmäßige Tiefe H1 der ungleichmäßigen Sektion 181 in Schnittrichtung, und ist mit einer porösen Struktur ausgebildet.

[0067] Daher kann der zusammengefügte Körper 10 erhalten werden, der die Zusammenfügeschnittstelle zwischen dem Metallbauteil 12 und dem Harzbauteil 14 beinhaltet, die in **Fig. 2** veranschaulicht wird, falls das Harzbauteil 14 mit dem Metallbauteil 12 zusammengefügt wird, das durch den Herstellungsprozess in **Fig. 5** hergestellt wird. Das heißt es ist möglich, den zusammengefügten Körper 10 zu erhalten, der dazu in der Lage ist zu verhindern, dass sich das Harzbauteil 14 von dem Metallbauteil 12 ablöst, selbst wenn dieser in einer Umgebung mit extremen Temperaturveränderungen platziert wird.

[0068] (7) Zudem ist der Energiestrah 52, mit dem das bearbeitete Bauteil 50 beim zweiten Schritt S02 in **Fig. 5** bestrahlt wird, gemäß der vorliegenden Ausführungsform ein Impuls-Oszillationsstrahl. Ferner wird mit dem Energiestrah 52 mit einer Leistungsdichte von 10^4 bis 10^7 W/mm² und einer Impulsbreite von 10 ps bis 10 μ s bestrahlt. Im Ergebnis kann das Metallbauteil 12 erhalten werden, welches die ungleichmäßige Sektion 18 zum Zusammenfügen und die Abdeckungssektion 24, die mit der Mehrzahl von Nuten 16 ausgebildet ist, aufweist, indem bei jedem Prozess, der eine einzelne Nut 16 ausbildet, ein einziges Mal mit dem Energiestrah 52 abgelauften bzw. abgetastet wird, wie in den **Fig. 2** und 4 veranschaulicht wird. Dies wurde ungeachtet dessen bestätigt, ob das Basismetall des Metallbauteils 12 eine Aluminiumlegierung oder Aluminium ist.

[0069] Zum Beispiel wird die Verdampfung des Basismetalls des Metallbauteils 12 durch die Bestrahlung mit dem Energiestrah 52 exzessiv, wenn die Leistungsdichte des Energiestrahs 52 über 10^7 W/mm² beträgt, oder die Impulsbreite unter 10 ps beträgt, und die Menge des geschmolzenen Metalls zur Ausbildung der ungleichmäßigen Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen wird unzureichend. Daher wird die ungleichmäßige Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen klein. Andererseits wird die Verdampfung des Basismetalls des Metallbauteils 12 durch die Bestrahlung mit dem Energiestrah 52 unzureichend, wenn die Leistungsdichte des Energiestrahs 52 unter 10^4 W/mm² liegt, oder die Impulsbreite über 10 μ s beträgt, und es wird zu viel geschmolzenes Metall erzeugt. Daher wird der Ver-

dampfungsdruck des Metallmaterials, der das geschmolzene Metall hebt, um die ungleichmäßige Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen auszubilden, unzureichend, und die ungleichmäßige Form wird klein. Aus diesem Grund ist es vorzuziehen, dass die Leistungsdichte des Energiestrahls 52 10^4 bis 10^7 W/mm² beträgt, und die Impulsbreite 10 ps bis 10 μ s beträgt, um die ungleichmäßige Form der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen mit einer geeigneten Größe auszubilden, wie vorstehend beschrieben.

Andere Ausführungsformen

(1) Bei der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform betragen die Dicken H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen, die in **Fig. 2** veranschaulicht wird, zum Beispiel 1 bis 100 μ m, und die Dicke der Abdeckungssektion 24 beträgt zum Beispiel 10 nm bis 10 μ m, aber dies ist nur ein Beispiel. Weiter vorzugsweise betragen die Dicken H1 und H2 der ungleichmäßigen Sektion 18 zum Zusammenfügen 10 bis 50 μ m, und die Dicke der Abdeckungssektion 24 beträgt 10 nm bis 5 μ m.

(2) Bei der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform ist das Basismetall des Metallbauteils 12, wie in **Fig. 1** veranschaulicht wird, eine Aluminiumlegierung, und das Harzbauteil 14 ist aus PBT hergestellt, aber dies ist lediglich ein Beispiel. Das Basismetall des Metallbauteils 12 kann zum Beispiel Aluminium, Eisen, eine Eisenlegierung, Kupfer oder eine Kupferlegierung sein. Außerdem kann das Harzbauteil 14 aus PPS, Epoxidharz, POM, PC, PMMA, oder PA hergestellt sein. Es ist zu beachten, dass PPS eine Abkürzung für Polyphenylensulfid-Harz ist, POM eine Abkürzung für Polyacetalharz ist, PC eine Abkürzung für Polycarbonat-Harz ist, PMMA eine Abkürzung für Acrylharz ist, und PA eine Abkürzung für Polyamid-Harz ist.

(3) Bei der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform ist der Energiestrahls 52 in **Fig. 6** zum Beispiel ein infraroter Laserstrahl, ist aber nicht notwendigerweise darauf beschränkt, dass dieser ein infraroter Laserstrahl ist. Der Energiestrahls 52 kann zum Beispiel ein Laserstrahl sein, der eine andere Wellenlänge als ein infraroter Laserstrahl aufweist. Ferner kann der Energiestrahls 52 statt eines Laserstrahls auch ein Elektronenstrahl sein.

(4) Bei der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform beträgt die Impulsbreite des Energiestrahls 52 in **Fig. 6** 10 ps bis 10 μ s, die Leistungsdichte beträgt 10^4 bis 10^7 W/mm², und der Bestrahlungsdurchmesser auf der Zusammenfügeoberfläche 15 beträgt 100 μ m oder

mehr, aber dies ist nur ein Beispiel. Weiter vorzugsweise beträgt die Impulsbreite des Energiestrahls 52 100 ps bis 1 μ s, die Leistungsdichte beträgt 10^5 bis 10^7 W/mm², und der Bestrahlungsdurchmesser auf der Zusammenfügeoberfläche 15 beträgt 100 μ m bis 1 mm.

(5) Bei der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform weist die Abdeckungssektion 24, wie in **Fig. 4** veranschaulicht wird, eine Struktur mit zwei Schichten auf, die aus der ersten Schicht 241 und der zweiten Schicht 242 besteht, aber es können auch eine Struktur mit einer einzelnen Schicht oder eine Struktur mit mehreren Schichten, die aus drei oder mehr Schichten besteht, in Betracht kommen. Zum Beispiel, wenn die Abdeckungssektion 24 eine Struktur mit drei Schichten aufweist, weist die Abdeckungssektion 24 zusätzlich zu der ersten Schicht 241 und der zweiten Schicht 242 eine dritte Schicht auf, die eine Partikelgrößenverteilung der Körnchen 24a aufweist, die sich von jenen der ersten Schicht 241 und der zweiten Schicht 242 unterscheidet.

(6) Bei der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform erstreckt sich jede der Mehrzahl von Nuten 16, die in der Zusammenfügeoberfläche 15 vorgesehen sind, in der Nut-Erstreckungsrichtung Dr, wie in **Fig. 3** veranschaulicht wird, aber dies ist lediglich ein Beispiel. Zum Beispiel kann die Mehrzahl von Nuten 16 in der Zusammenfügeoberfläche 15 eine Mehrzahl von Vertiefungen sein, die auf der Zusammenfügeoberfläche 15 verstreut sind, ohne dass diese sich entlang der Zusammenfügeoberfläche 15 erstrecken.

(7) Es ist zu beachten, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist, und diese kann mit verschiedenen Modifikationen umgesetzt werden. Außerdem ist es bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen selbstverständlich, dass die Elemente, welche die Ausführungsformen bilden, nicht notwendigerweise wesentlich sind, außer in einem Fall, bei welchem ausdrücklich angegeben ist, dass die Elemente wesentlich sind, einem Fall, bei welchem gilt, dass die Elemente eindeutig grundsätzlich wesentlich sind, und dergleichen.

[0070] Überdies ist bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen die Anzahl der Bestandteilelemente nicht auf eine spezifische Anzahl beschränkt, außer in einem Fall, bei welchem numerische Werte wie die Anzahl, der numerische Wert, die Menge oder der Bereich der Bestandteilelemente der Ausführungsformen dargelegt sind, einem Fall, bei welchem ausdrücklich angegeben ist, dass die Bestandteilelemente wesentlich sind, einem Fall, bei welchem die Anzahl der Bestandteilelemente

selemente eindeutig grundsätzlich auf eine spezifische Anzahl beschränkt ist, und dergleichen. Zusätzlich sind bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen die Materialien, Formen, Positionsbeziehungen und dergleichen nicht beschränkt, wenn auf die Materialien, Formen, Positionsbeziehungen der Bestandteilselemente und dergleichen Bezug genommen wird, außer in einem Fall, bei welchem diese ausdrücklich angegeben werden, einem Fall, bei welchem diese grundsätzlich auf spezifische Materialien, Formen, Positionsbeziehungen und dergleichen beschränkt sind, und dergleichen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2021132788 [0001]
- JP 2018066677 A [0005]

Patentansprüche

1. Zusammengefügtter Körper, der ein Metallbauteil (12), das eine Zusammenfügeoberfläche (15) aufweist, in der eine Vertiefung (16) ausgebildet ist, und ein Harzbauteil (14), das an der Zusammenfügeoberfläche mit dem Metallbauteil zusammengefügt ist, beinhaltet, wobei der zusammengefügte Körper Folgendes aufweist:

eine ungleichmäßige Sektion (181) in Schnittrichtung, die in einer Sektion (20) zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche beinhaltet ist, die eine vertiefte Oberfläche (161) des Metallbauteils ausbildet, welche der Vertiefung zugewandt ist, und die in einer Richtung ungleichmäßig ist, welche eine Tiefenrichtung (Ds) der Vertiefung schneidet; und eine Abdeckungssektion (24), die eine Oberflächenschicht der Sektion zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche ausbildet und die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung abdeckt, wobei die Abdeckungssektion eine dünnere Schicht ausbildet als eine ungleichmäßige Tiefe (H1) der ungleichmäßigen Sektion in Schnittrichtung, und eine poröse Struktur aufweist, und die poröse Struktur der Abdeckungssektion mit dem Harzbauteil gefüllt ist.

2. Zusammengefügtter Körper nach Anspruch 1, wobei

die poröse Struktur der Abdeckungssektion eine Struktur aufweist, bei welcher eine Mehrzahl von Körnchen (24a) miteinander zusammengefügt ist, um so Poren auszubilden, die Abdeckungssektion eine erste Schicht (241) und eine zweite Schicht (242), die auf der ersten Schicht laminiert ist und zwischen der ersten Schicht und der ungleichmäßigen Sektion in Schnittrichtung vorgesehen ist, aufweist, und die zweite Schicht aus der Mehrzahl von Körnchen Körnchen beinhaltet, die eine größere Partikelgröße aufweisen als die der Körnchen, welche die erste Schicht bilden.

3. Zusammengefügtter Körper nach Anspruch 1 oder 2, wobei

die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung ausgebildet ist, die ein verfestigtes Material der Schmelze beinhaltet, in welchem ein Basismetall des Metallbauteils mit einem Bestandteil des Basismetalls einen wiederverfestigten Zustand vorweist, und die Abdeckungssektion ausgebildet ist, die ein Metalloxid beinhaltet, in welchem ein Basismetall des Metallbauteils oxidiert wurde.

4. Zusammengefügtter Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein Basismetall des Metallbauteils Aluminium, eine Aluminiumlegierung, Eisen, eine Eisenlegierung, Kupfer oder eine Kupferlegierung ist.

5. Zusammengefügtter Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Harzbauteil aus Polybutylenterephthalat-Harz, Polyphenylensulfid-Harz, Epoxidharz, Polyacetalharz, Polycarbonat-Harz, Acrylharz oder Polyamid-Harz hergestellt ist.

6. Zusammengefügtter Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, der ferner eine ungleichmäßige Sektion (182) zwischen Vertiefungen aufweist, wobei eine Mehrzahl von Vertiefungen ausgebildet ist,

die ungleichmäßige Sektion zwischen Vertiefungen in einer Sektion (22) zwischen Vertiefungen beinhaltet ist, welche die Zusammenfügeoberfläche zwischen jeder der Mehrzahl von Vertiefungen des Metallbauteils ausbildet, und eine ungleichmäßige Form ausbildet, und

sich die Abdeckungssektion zu der Sektion zwischen Vertiefungen erstreckt und zudem eine Oberflächenschicht der Sektion zwischen Vertiefungen ausbildet, die ungleichmäßige Sektion zwischen Vertiefungen abdeckt, und eine dünnere Schicht ausbildet als eine ungleichmäßige Tiefe (H2) der ungleichmäßigen Sektion zwischen Vertiefungen.

7. Zusammengefügtter Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, der ferner eine ungleichmäßige Sektion (18) zum Zusammenfügen aufweist, die einen Abschnitt des Metallbauteils ausbildet und auf der Zusammenfügeoberfläche vorgesehen ist, und die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung beinhaltet, wobei

eine Mehrzahl von Vertiefungen ausgebildet ist, und die Mehrzahl von Vertiefungen ausgehend von einer Seite zu einer anderen Seite in einer Richtung (Dw) Seite an Seite vorgesehen ist,

die ungleichmäßige Sektion zum Zusammenfügen durch die Abdeckungssektion abgedeckt ist, und eine ungleichmäßige Form ausbildet, die sich zwischen jeder der Mehrzahl von Vertiefungen und zu der vertieften Oberfläche erstreckt, und

die ungleichmäßige Sektion zum Zusammenfügen derart ausgebildet ist, dass eine Mehrzahl von hervorragenden Enden (18a), die in einer ungleichmäßigen Form der ungleichmäßigen Sektion zum Zusammenfügen beinhaltet sind, in der einen Richtung mehr der einen Seite als der anderen Seite zugewandt geneigt sind.

8. Herstellungsverfahren eines Metallbauteils (12), das eine Zusammenfügeoberfläche (15) aufweist, in der eine Vertiefung (16) ausgebildet ist, und welches an der Zusammenfügeoberfläche mit einem Harzbauteil (14) zusammengefügt ist, wobei das Verfahren Folgendes aufweist:

Bestrahlen der Zusammenfügeoberfläche, während mit einem Energiestrahle (52) abgetastet wird, wodurch ein Anteil eines geschmolzenen Metalls und eines verdampften Metalls gestreut wird, und die Vertiefung (S02) ausgebildet wird; und

Verfestigen des geschmolzenen Metalls, das auf der Zusammenfügeoberfläche verblieben ist, ohne gestreut zu werden, und Verursachen, dass das gestreute geschmolzene Metall und das verdampfte Metall auf der Zusammenfügeoberfläche (S03) anhaften und sich verfestigen, wobei, wenn sich das geschmolzene Metall und das verdampfte Metall verfestigen, indem sich das geschmolzene Metall verfestigt, das auf der Zusammenfügeoberfläche verblieben ist, ohne gestreut zu werden, eine ungleichmäßige Sektion (181) in Schnittrichtung, die in einer Richtung ungleichmäßig ist, die eine Tiefenrichtung (Ds) der Vertiefung schneidet, auf einer vertieften Oberfläche (161) vorgesehen ist, die der Vertiefung zugewandt ist, und wenn sich das geschmolzene Metall und das verdampfte Metall verfestigen, indem das gestreute geschmolzene Metall und das verdampfte Metall ferner auf der Zusammenfügeoberfläche anhaften und sich verfestigen, eine Abdeckungssektion (24) vorgesehen ist, die eine Oberflächenschicht einer Sektion (20) zur Ausbildung einer vertieften Oberfläche ausbildet, welche die vertiefte Oberfläche ausbildet, und die ungleichmäßige Sektion in Schnittrichtung abdeckt, und die Abdeckungssektion als eine dünnere Schicht ausgebildet ist als eine ungleichmäßige Tiefe (H1) der ungleichmäßigen Sektion in Schnittrichtung, und die Abdeckungssektion mit einer porösen Struktur ausgebildet ist.

9. Herstellungsverfahren eines Metallbauteils nach Anspruch 8, wobei der Energiestrahle ein Impuls-Oszillationsstrahl ist, und wenn die Vertiefung ausgebildet wird, mit dem Energiestrahle mit einer Leistungsdichte von 10^4 bis 10^7 W/mm² und einer Impulsbreite von 10 ps bis 10 μ s bestrahlt wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

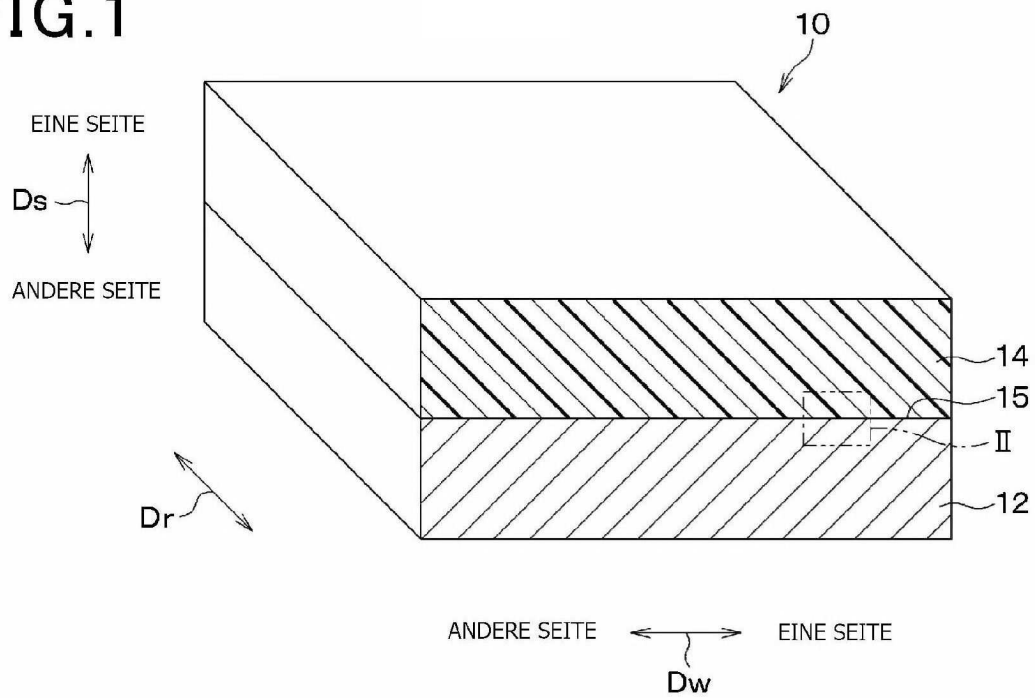


FIG.2

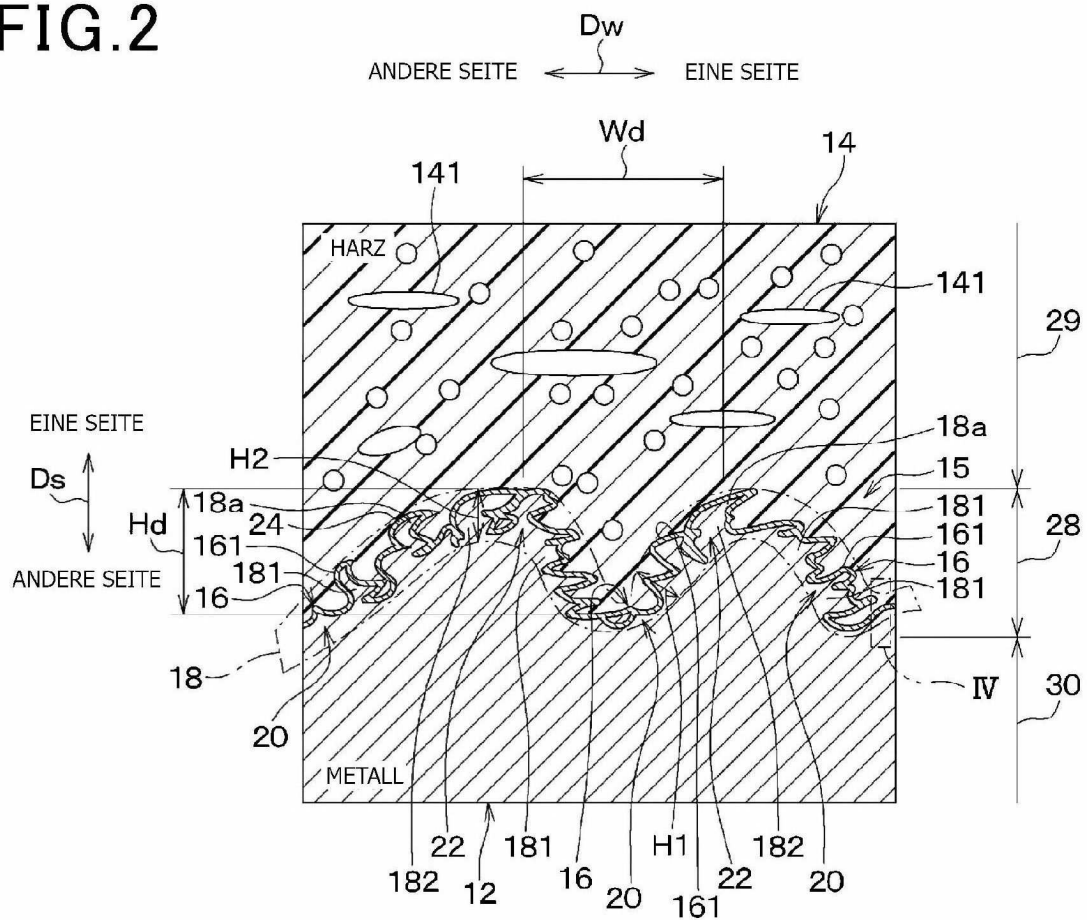


FIG.3

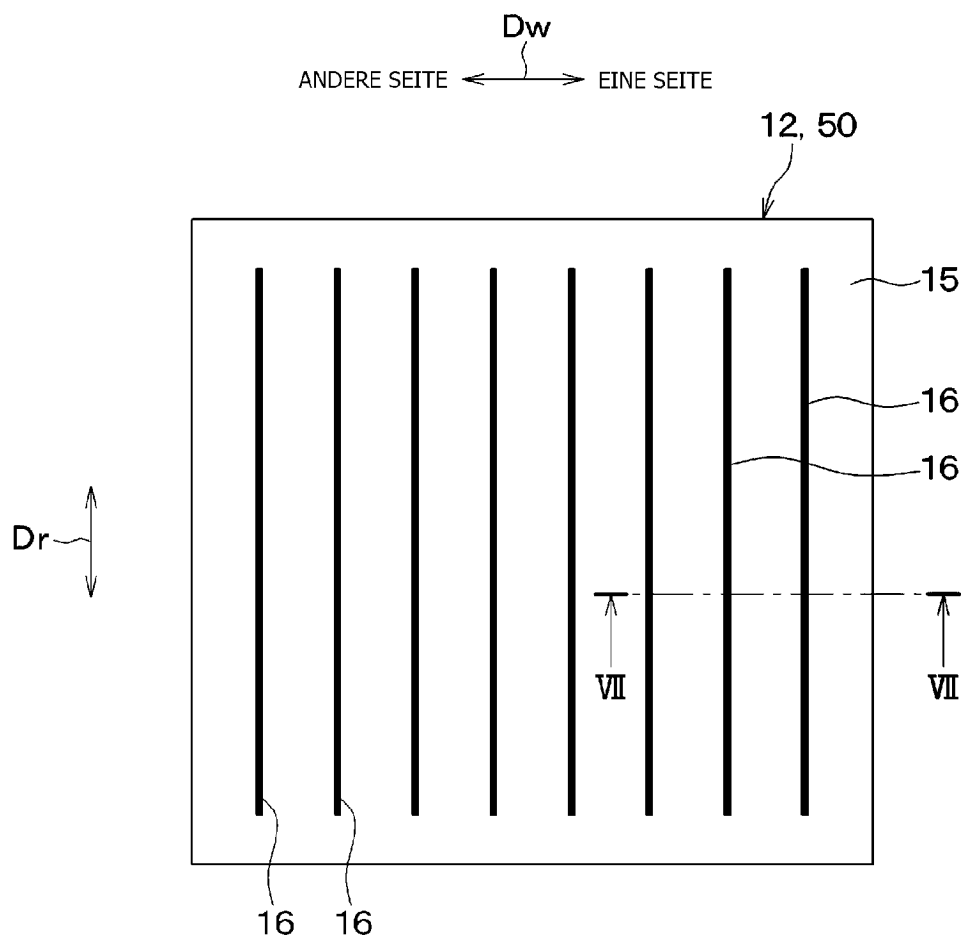


FIG.4

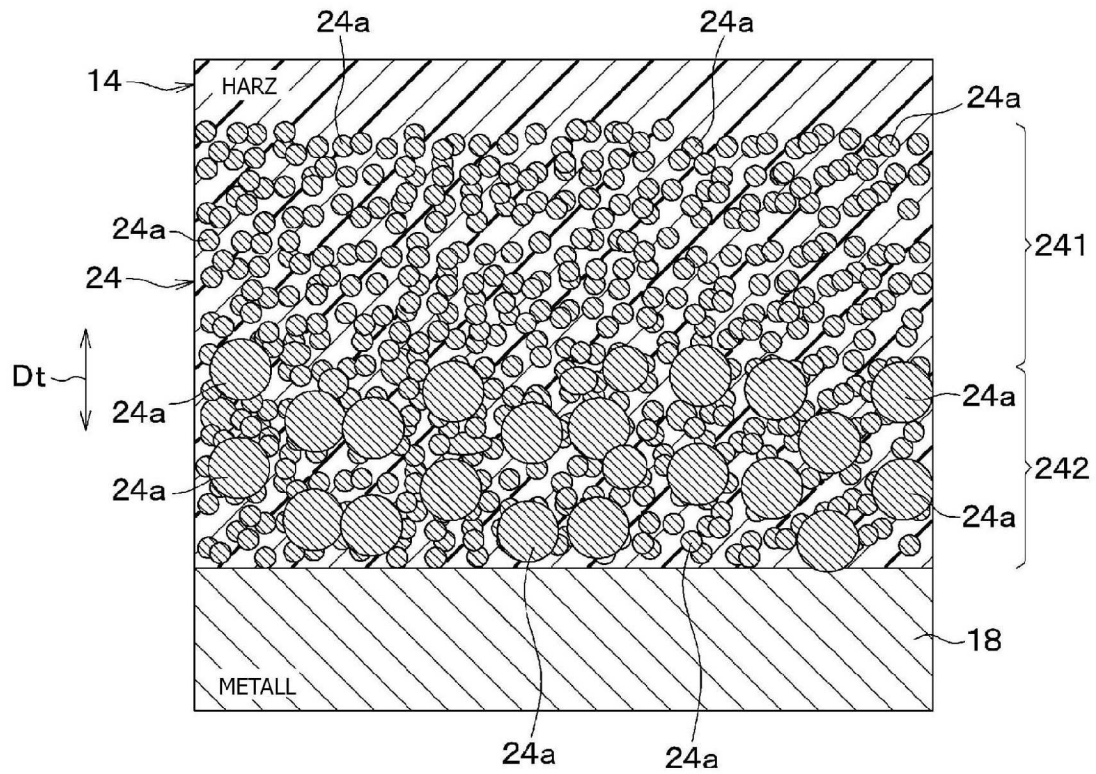


FIG.5



FIG.6

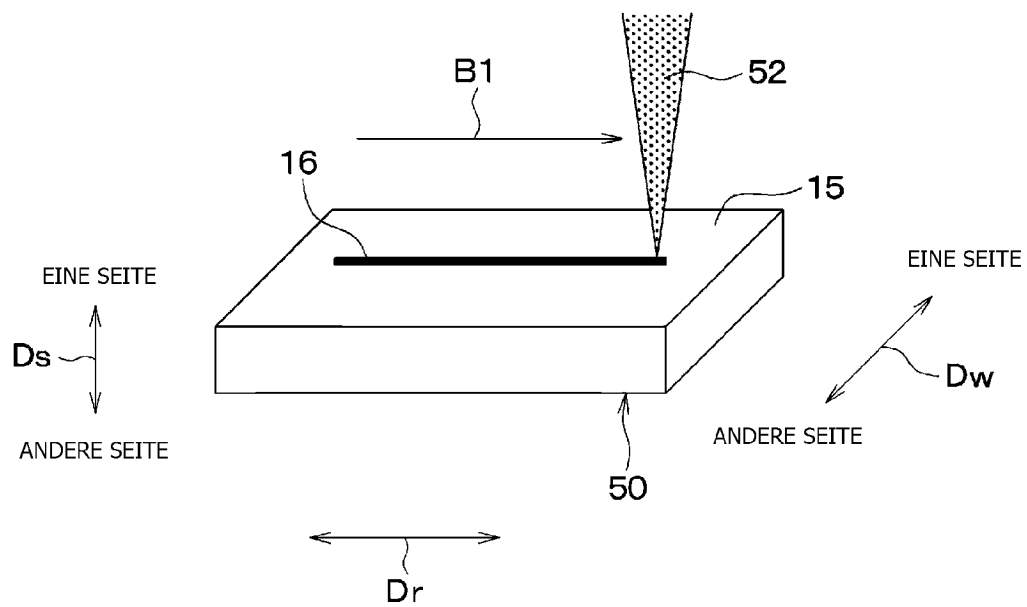


FIG.7

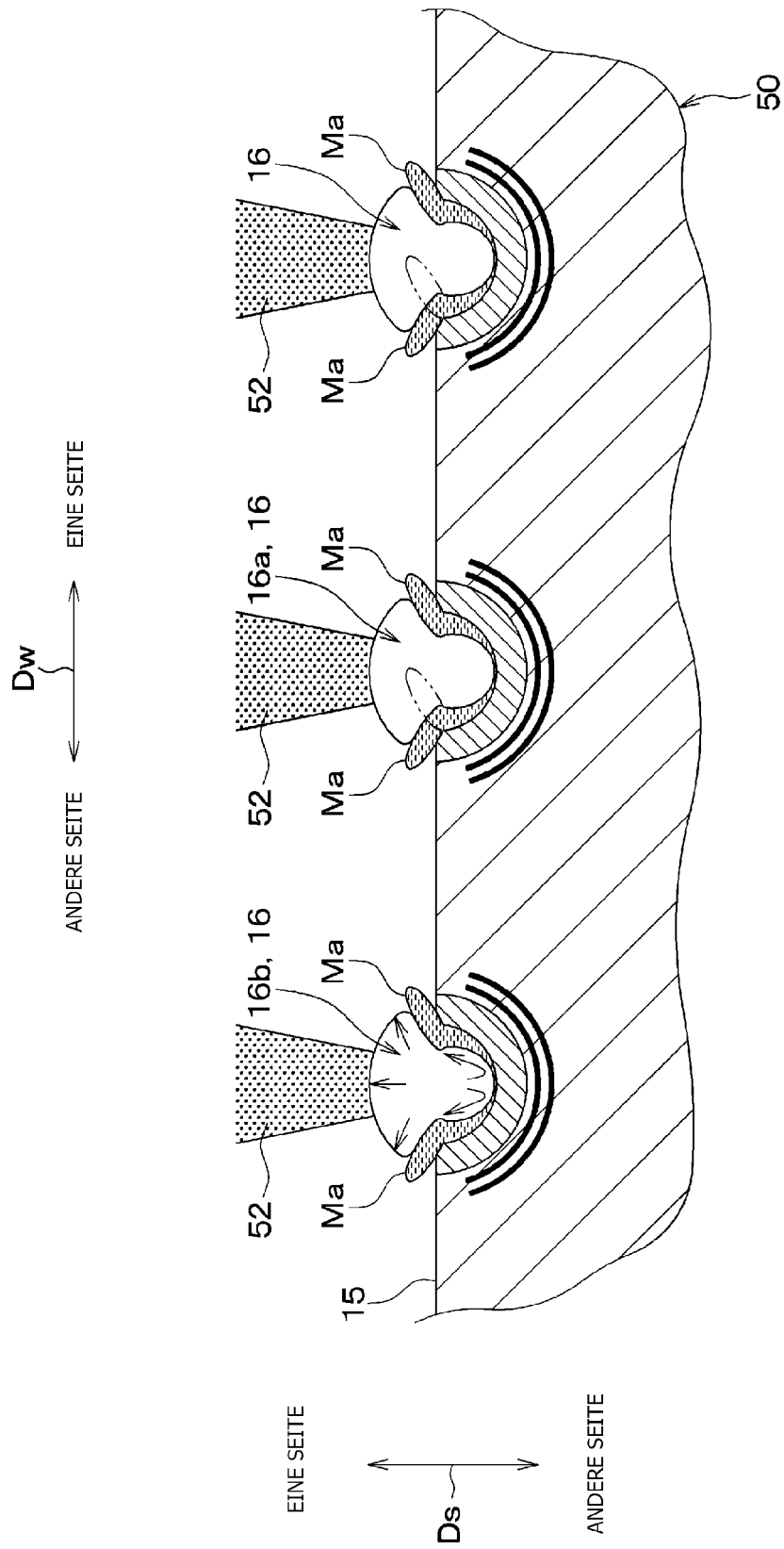
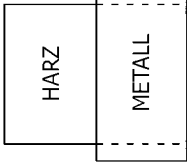
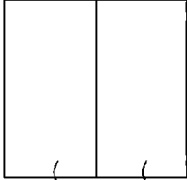
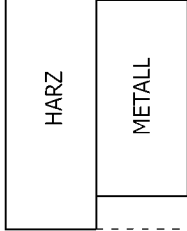
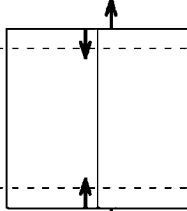
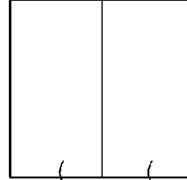
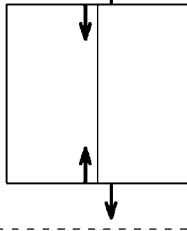
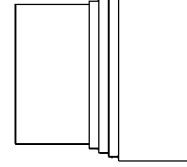
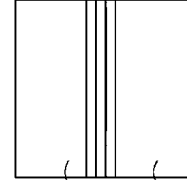
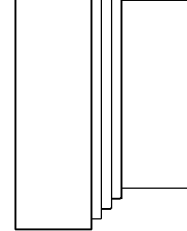
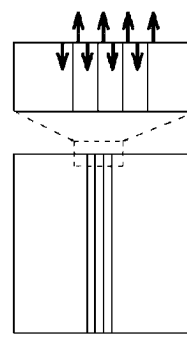
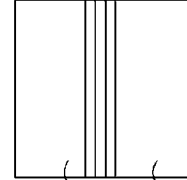


FIG.8

STRUKTUR	ZUSAMMENFÜGEN	NIEDRIGE TEMPERATUR	RAUMTEMPERATUR	HOHE TEMPERATUR
STRUKTUR VON VERGLEICHBEISPIEL	WENN NICHT ZUSAMMENGEFÜGT BETRAG VON ABMESSUNGS- VERÄNDERUNG: HARZ > METALL	(AL) 	(AO) 	(AH) 
	WENN ZUSAMMENGEFÜGT SCHERBELASTUNG AN ZUSAMMENFÜGE- SCHNITTSTELLE KONZENTRIERT	(BL) 	(BO) 	(BH) 
STRUKTUR VON ERSTER AUSFÜHRUNGSFORM	WENN NICHT ZUSAMMENGEFÜGT BETRAG VON ABMESSUNGS- VERÄNDERUNG: HARZ > GRADIENTENSCHICHT > METALL	(CL) 	(CO) 	(CH) 
	WENN ZUSAMMENGEFÜGT • SCHERBELASTUNG IN SCHICHTUNGS- RICHTUNG Ds DISPERSIERT • BELASTUNGS- KONZENTRATION REDUZIERT	(DL) 	(DO) 	(DH) 