



(10) **DE 10 2013 108 808 A1** 2014.02.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 108 808.2**

(22) Anmeldetag: **14.08.2013**

(43) Offenlegungstag: **27.02.2014**

(51) Int Cl.: **H01L 23/373** (2006.01)

D01F 9/12 (2006.01)

B82Y 30/00 (2011.01)

C25D 5/54 (2006.01)

C25D 5/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

13/591,239

22.08.2012

US

(74) Vertreter:

**Viering, Jentschura & Partner, 01099, Dresden,
DE**

(71) Anmelder:

Infineon Technologies AG, 85579, Neubiberg, DE

(72) Erfinder:

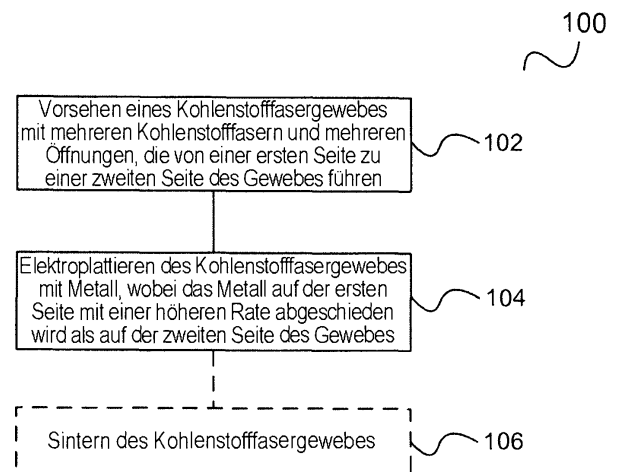
Kröner, Friedrich, Villach, AT

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers und Kühlkörper**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren (100) zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer Ausführungsform kann Folgendes aufweisen: Bereitstellen (102) eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Gewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen; und Elektroplattieren (104) des Kohlenstofffasergewebes mit Metall, wobei Metall mit einer höheren Rate auf der ersten Seite als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes abgeschieden wird. Ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer anderen Ausführungsform kann Folgendes aufweisen: Bereitstellen eines Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs mit mehreren mit Metall beschichteten Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führen; Anordnen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs über einem Halbleiterelement, so dass die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs dem Halbleiterelement zugewandt ist; und Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an das Halbleiterelement mittels eines Elektroplattierungsprozesses, wobei Metallelektrolyt zu einer Grenzfläche zwischen dem Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff und dem Halbleiterelement über die mehreren Öffnungen zugeführt wird.



Beschreibung

[0001] Verschiedene Ausführungsformen betreffen im Allgemeinen ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers und einen Kühlkörper.

[0002] Elektronische Vorrichtungen, z. B. elektronische Leistungsvorrichtungen, erzeugen im Allgemeinen Wärme während des Betriebs. Es kann erwünscht sein, geeignete Kühlkörper zu schaffen, um die durch die elektronischen Vorrichtungen erzeugte Wärme abzuführen.

[0003] Ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer Ausführungsform kann Folgendes aufweisen: Bereitstellen eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen; und Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall (z. B. Kupfer), wobei das Metall (z. B. Kupfer) mit einer höheren Rate auf der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes abgeschieden wird.

[0004] In einer Ausgestaltung kann das Metall Kupfer aufweisen.

[0005] In noch einer Ausgestaltung können die Öffnungen an Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes angeordnet sein.

[0006] In noch einer Ausgestaltung kann das Verfahren ferner Folgendes aufweisen: Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Kupfer bildet; und Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes und des Metalls nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit dem Metall und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.

[0007] In noch einer Ausgestaltung kann das Verfahren ferner Folgendes aufweisen: Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer ersten Metallschicht mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Nickel bildet; Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der ersten Metallschicht, wobei die zweite Metallschicht Nickel aufweist; und Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes, der ersten Metallschicht und der zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der zweiten Metallschicht und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.

[0008] In noch einer Ausgestaltung kann das Verfahren ferner Folgendes aufweisen: Sintern des Kohlenstofffasergewebes nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall.

[0009] In noch einer Ausgestaltung kann das Verfahren ferner Folgendes aufweisen: Anordnen des Kohlenstofffasergewebes über einem Halbleiterelement nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall, so dass die erste Seite des Kohlenstofffasergewebes dem Halbleiterelement zugewandt ist; und Kontaktieren des Kohlenstofffasergewebes an das Halbleiterelement mittels eines Elektroplattierungsprozesses, wobei Metallelektrolyt zu einer Grenzfläche zwischen der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes und dem Halbleiterelement über die mehreren Öffnungen zugeführt wird; wobei vorzugsweise das Halbleiterelement einen Chip oder Wafer aufweist.

[0010] In noch einer Ausgestaltung kann das Kontaktieren des Kohlenstofffasergewebes an das Halbleiterelement mittels des Elektroplattierungsprozesses das Füllen eines ersten Abschnitts der mehreren Öffnungen mit Metall aufweisen, wobei das Verfahren ferner Folgendes aufweist: Löten des Halbleiterelements und des Kohlenstofffasergewebes an einen Träger, wobei ein restlicher Abschnitt der mehreren Öffnungen mit Lötmetall gefüllt wird.

[0011] Ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer anderen Ausführungsform kann Folgendes aufweisen: Bereitstellen eines Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs) mit mehreren mit Metall beschichteten Kohlenstofffasern (z. B. mit Kupfer beschichteten Kohlenstofffasern) und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führen; Anordnen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs über einem Halbleiterelement, so dass die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs dem Halbleiterelement zugewandt ist; und Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an das Halbleiterelement mittels eines Elektroplattierungsprozesses, wobei ein Metallelektrolyt (z. B. Kupferelektrolyt) zu einer Grenzfläche zwischen der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs und dem Halbleiterelement über die mehreren Öffnungen zugeführt wird.

[0012] In einer Ausgestaltung kann das Bereitstellen eines Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs mit mehreren mit Metall beschichteten Kohlenstofffasern das Bereitstellen eines Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs mit mehreren mit Kohlenstoff beschichteten Kohlenstofffasern aufweisen; und der Metallelektrolyt kann einen Kupferelektrolyten aufweisen.

[0013] In noch einer Ausgestaltung können die Öffnungen auf der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs schmaler sein als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs.

[0014] In noch einer Ausgestaltung kann das Bereitstellen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs Folgendes aufweisen: Bereitstellen eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen; Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall; wobei vorzugsweise die Öffnungen des Kohlenstofffasergewebes an Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes angeordnet sind.

[0015] In noch einer Ausgestaltung kann das Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall derart ausgeführt werden, dass Metall mit einer höheren Rate auf der ersten Seite als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes abgeschieden wird.

[0016] In noch einer Ausgestaltung kann das Bereitstellen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs Folgendes aufweisen: Bereitstellen eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen; Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer; wobei vorzugsweise das Bereitstellen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs ferner Folgendes aufweist: Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Kupfer bildet; und Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes und des Metalls nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit dem Metall und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.

[0017] In noch einer Ausgestaltung kann das Bereitstellen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs ferner Folgendes aufweisen: Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer ersten Metallschicht mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Nickel bildet; Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der ersten Metallschicht, wobei die zweite Metallschicht Nickel aufweist; und Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes, der ersten Metallschicht und der zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der zweiten Metallschicht und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.

[0018] In noch einer Ausgestaltung kann das Bereitstellen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs ferner Folgendes aufweisen: Sintern des Kohlenstofffasergewebes nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.

[0019] In noch einer Ausgestaltung kann das Halbleiterelement einen Chip oder Wafer aufweisen.

[0020] In noch einer Ausgestaltung kann das Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an das Halbleiterelement das Füllen eines ersten Abschnitts der mehreren Öffnungen mit Metall aufweisen, wobei das Verfahren ferner Folgendes aufweisen kann: Löten des Halbleiterelements und des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an einen Träger nach dem Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an das Halbleiterelement, so dass ein restlicher Abschnitt der mehreren Öffnungen mit Lötmetall gefüllt wird.

[0021] Ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer anderen Ausführungsform kann Folgendes aufweisen: Bereitstellen eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, die an Kreuzungspunkten des Gewebes angeordnet sind; elektrolytisches Abscheiden von Metall (z. B. Kupfer) auf den Kohlenstofffasern, um einen Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) auszubilden, wobei das Metall derart abgeschieden wird, dass zumindest einige der mehreren Öffnungen zumindest teilweise von Metall frei bleiben und mindestens einen zusammenhängenden Weg bilden, der von einer ersten Seite zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führt; Anordnen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs benachbart zu einem Halbleiterelement, wobei die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs dem Halbleiterelement zugewandt ist; und elektrolytisches Füllen des mindestens einen zusammenhängenden Weges mit Metall (z. B. Kupfer), um den Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff am Halbleiterelement zu befestigen.

[0022] In einer Ausgestaltung kann das Halbleiterelement einen Chip oder Wafer aufweisen.

[0023] In noch einer Ausgestaltung kann das Abscheiden des Metalls auf den Kohlenstofffasern derart ausgeführt werden, dass nach der Abscheidung ein Durchmesser der Öffnungen auf der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs kleiner ist als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs.

[0024] In noch einer Ausgestaltung kann das Verfahren ferner Folgendes aufweisen: Sintern des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs vor dem Anordnen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs benachbart zum Halbleiterelement.

[0025] In noch einer Ausgestaltung kann das Füllen des mindestens einen zusammenhängenden Weges das Füllen eines ersten Abschnitts der Öffnungen mit Metall aufweisen, wobei das Verfahren ferner aufweisen kann: Löten des Halbleiterelements und des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an einen Träger, wobei ein restlicher Abschnitt der Öffnungen mit Lötmetall gefüllt wird.

[0026] Ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer anderen Ausführungsform kann Folgendes aufweisen: Vorgalvanisieren eines Kohlenstofffasergewebes mit Metall (z. B. Kupfer), um einen Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) mit mehreren Öffnungen auszubilden, die von einer ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zur zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führen; und Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs mit der ersten Seite an einen Chip oder Wafer mittels eines galvanischen Prozesses, wobei Metallelektrolyt (z. B. Kupferelektrolyt) von der zweiten Seite zu einer Grenzfläche zwischen dem Chip oder Wafer und der ersten Seite über die mehreren Öffnungen zugeführt wird.

[0027] In einer Ausgestaltung kann das Vorgalvanisieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall derart ausgeführt werden, dass die Öffnungen einen kleineren Durchmesser auf der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs aufweisen als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs.

[0028] Ein Kühlkörper gemäß einer weiteren Ausführungsform kann Folgendes aufweisen: ein Kohlenstofffasergewebe, das mit Metall (z. B. Kupfer) galvanisiert ist und mehrere Öffnungen aufweist, die von einer ersten Seite des Gewebes zu einer zweiten Seite des Gewebes führen, wobei die Öffnungen auf der ersten Seite schmaler sind als auf der zweiten Seite des Gewebes.

[0029] In einer Ausgestaltung können die Öffnungen an Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes angeordnet sein.

[0030] In noch einer Ausgestaltung kann das Metall Kupfer aufweisen.

[0031] In den Zeichnungen beziehen sich gleiche Bezugszeichen in den ganzen verschiedenen Ansichten im Allgemeinen auf dieselben Teile. Die Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstäblich, wobei stattdessen die Betonung im Allgemeinen auf die Erläuterung der Prinzipien von verschiedenen Ausführungsformen gelegt wird. In der folgenden Beschreibung werden verschiedene Ausführungsformen mit Bezug auf die folgenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0032] Fig. 1 ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer Ausführungsform zeigt;

[0033] Fig. 2 ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigt;

[0034] Fig. 3 ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigt;

[0035] Fig. 4 ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigt;

[0036] Fig. 5 ein Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigt;

[0037] Fig. 6A und Fig. 6B einen Kühlkörper gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigen.

[0038] Die folgende ausführliche Beschreibung bezieht sich auf die begleitenden Zeichnungen, die zur Erläuterung spezifische Details und Ausführungsformen zeigen, in denen die Erfindung ausgeführt werden kann. Diese Ausführungsformen werden in ausreichendem Detail beschrieben, um dem Fachmann auf dem Gebiet zu ermöglichen, die Erfindung auszuführen. Andere Ausführungsformen können verwendet werden und strukturelle, logische und elektrische Änderungen können vorgenommen werden, ohne vom Schutzbereich der Erfindung abzuweichen. Die verschiedenen Ausführungsformen schließen sich nicht notwendigerweise gegenseitig aus, da einige Ausführungsformen mit einer oder mehreren anderen Ausführungsformen kombiniert werden können, um neue Ausführungsformen zu bilden.

[0039] Elektronische Vorrichtungen, z. B. elektronische Leistungsvorrichtungen, erzeugen im Allgemeinen Wärme während des Betriebs. Es kann erwünscht sein, geeignete Kühlkörper zu schaffen, um die durch die elektronischen Vorrichtungen erzeugte Wärme abzuführen. Ein Kühlkörper für eine elektronische Leistungsvorrichtung oder Komponente (z. B. ein Hochleistungsmodul wie z. B. ein IGBT-Modul (Modul eines Bipolartransistors mit isoliertem Gate) kann beispielsweise den Zwischenspeicher eines impulsartigen Wärmeverlusts eines Leistungsschalters bedeuten, der beispielsweise durch einen kurzschlussartigen Strom beim Einschalten einer Glühlampe während der Zeit, in der der Glühfaden der Glühbirne kalt ist, verursacht werden kann.

[0040] Ein Kühlkörper kann vorzugsweise eine oder mehrere (z. B. alle) der folgenden Eigenschaften aufweisen: eine elektrische Leitfähigkeit, die wesentlich höher ist als jene von Silizium, eine Wärmeleitfähigkeit, die zumindest gleich jener von Silizium ist, eine

spezifische Wärme, die wesentlich höher ist als jene von Silizium.

[0041] Reines Kupfer erfüllt die vorstehend erwähnten Anforderungen sehr gut. Die Differenz zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten (CTE) von Kupfer ($\text{CTE}_{\text{Cu}} \approx 16,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) und jenem von Silizium ($\text{CTE}_{\text{Si}} \approx 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) ist jedoch ziemlich groß, so dass eine in einem dünnen Siliziumchip und an der Silizium-Kupfer-Grenzfläche zwischen dem Chip und dem Kühlkörper erzeugte Wärmespannung aufgrund der CTE-Differenz schwierig zu steuern sein kann.

[0042] Ein Verbundstoff aus Kohlenstofffasern und Kupfer (im Folgenden als CCu bezeichnet) wurde als alternatives Kühlkörpermaterial vorgeschlagen. Obwohl die Wärmeleitfähigkeit von CCu nicht signifikant höher ist als jene von Silizium, ergibt CCu einen CTE von etwa $4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, der viel näher am CTE von Silizium ($2,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) im Vergleich zum CTE von reinem Kupfer ($16,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) liegt. Daher kann die Verwendung von CCu als Kühlkörpermaterial die Wärmespannung und Chipbiegung erheblich verringern. Ferner können die anderen vorstehend erwähnten Anforderungen für einen Kühlkörper sehr gut durch CCu erfüllt werden.

[0043] Herkömmlich wurde CCu als Alternative zu sogenannten Leiterrahmen oder anderen Substraten verwendet, an die Siliziumchips gelötet werden sollen, wie z. B. DCB-Substrate (direkt kupferkontaktierte Substrate). Anfangs kann dies zu denselben Problemen führen, die auch auftreten, wenn Chips an Substrate gelötet werden, die aus reinem Kupfer bestehen: z. B. Leerräume, Blasen und eine nicht ideale Wärmekopplung mit dem Silizium aufgrund von möglichen Metallbarrieren oder aufgrund einer dicken Schicht von Lötmetall (z. B. Zinnlötmetall). Der Umfang dieser Probleme kann jedoch aufgrund dessen, dass der CTE von CCu viel näher am CTE von Silizium liegt, verringert werden. In jedem Fall können jedoch Metallsperrschichten für einen Lötprozess erforderlich sein, wobei die Wärmeeigenschaften von Metallen, die zum Löten geeignet sind, unvorteilhaft sein können.

[0044] Fig. 1 zeigt ein Verfahren **100** zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer Ausführungsform.

[0045] Wie bei **102** gezeigt, kann ein Kohlenstofffasergewebe vorgesehen werden.

[0046] Das Kohlenstofffasergewebe kann mehrere Kohlenstofffasern aufweisen. Gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen können eine oder mehrere (z. B. alle) der Kohlenstofffasern Graphit aufweisen. Die Anzahl von Kohlenstofffasern im Kohlenstofffasergewebe kann im Allgemeinen beliebig sein. Die Kohlenstofffasern können beispielsweise in Bündeln angeordnet sein, wobei jedes Bündel eine oder

mehrere Kohlenstofffasern aufweisen kann. Die Anzahl von Kohlenstofffasern pro Bündel kann im Allgemeinen beliebig sein und kann für jedes Bündel gleich sein oder kann für verschiedene Bündel verschieden sein. Die Bündel können einander kreuzen.

[0047] Gemäß einer Ausführungsform kann zumindest eine (z. B. mehrere, z. B. alle) der Kohlenstofffasern eine Länge im Millimeterbereich, beispielsweise einige Millimeter, aufweisen. Andere, z. B. höhere, Werte können gemäß anderen Ausführungsformen ebenso möglich sein.

[0048] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann zumindest eine (z. B. mehrere, z. B. alle) der Kohlenstofffasern einen Durchmesser im Bereich von etwa $1 \mu\text{m}$ bis etwa $50 \mu\text{m}$ aufweisen. Andere Werte können gemäß anderen Ausführungsformen ebenso möglich sein.

[0049] Das Kohlenstofffasergewebe kann ferner mehrere Öffnungen aufweisen, die hier auch als Leerstellen bezeichnet werden. Die Öffnungen können von einer ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen. Mit anderen Worten, die Öffnungen können mindestens einen zusammenhängenden Weg von der ersten Seite zur zweiten Seite des Gewebes bilden. Die erste Seite und die zweite Seite des Gewebes können beispielsweise entgegengesetzte Seiten des Gewebes sein. Die erste Seite kann beispielsweise eine Oberseite des Gewebes sein und die zweite Seite kann beispielsweise eine Unterseite des Gewebes sein. Alternativ kann die erste Seite beispielsweise eine Unterseite des Gewebes sein und die zweite Seite kann beispielsweise eine Oberseite des Gewebes sein.

[0050] Gemäß einer Ausführungsform können die Öffnungen (Leerstellen) an Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes angeordnet sein, gemäß einigen Ausführungsformen beispielsweise zwischen zwei oder mehr Bündeln von Kohlenstofffasern, gemäß einigen Ausführungsformen beispielsweise an Stellen, an denen zwei oder mehr Bündel einander kreuzen.

[0051] Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Öffnungen (Leerstellen) einen Durchmesser im Bereich von etwa $10 \mu\text{m}$ bis etwa $100 \mu\text{m}$ aufweisen. Andere Werte können gemäß anderen Ausführungsformen ebenso möglich sein. In diesem Zusammenhang kann sich der "Durchmesser" einer Öffnung beispielsweise auf den Durchmesser des Querschnitts einer Öffnung parallel zur ersten Seite und/oder zur zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes beziehen.

[0052] Wie bei **104** gezeigt, können das Kohlenstofffasergewebe oder die Kohlenstofffasern mit einem

Metall elektroplattiert werden. Das Metall kann Kupfer aufweisen oder sein, obwohl andere Metalle oder Metalllegierungen ebenso möglich sein können, z. B. Gold, Silber oder andere. Mit anderen Worten, Metall (z. B. Kupfer) kann über dem Kohlenstofffasergewebe, z. B. über den Kohlenstofffasern, mittels elektrolytischer Abscheidung abgeschieden werden. Mit noch anderen Worten, das Kohlenstofffasergewebe oder die Kohlenstofffasern können mit Metall (z. B. Kupfer) vorgalvanisiert werden.

[0053] Der Begriff "über", wie hier in Ausdrücken wie z. B. "Y wird über X abgeschieden", "Y wird über X angeordnet", "Y wird über X ausgebildet", "Y wird über X eingerichtet" usw. verwendet, kann als sowohl den Fall, in dem "Y" auf "X" mit direktem physikalischem und/oder elektrischem Kontakt angeordnet oder ausgebildet wird, als auch den Fall, in dem ein oder mehrere Elemente (Strukturen, Schichten usw.) zwischen "X" und "Y" angeordnet oder ausgebildet werden können, umfassend verstanden werden.

[0054] Der Ausdruck "X wird mit Y elektroplattiert", wie hier verwendet, kann als sowohl den Fall, in dem "Y" auf "X" mit direktem physikalischem und/oder elektrischem Kontakt zwischen "X" und "Y" abgeschieden wird (mittels Elektroplattieren), als auch den Fall, in dem ein oder mehrere Elemente oder Schichten zwischen "X" und "Y" angeordnet oder ausgebildet werden können, aufweisend verstanden werden. Der Ausdruck "das Kohlenstofffasergewebe wird mit Kupfer elektroplattiert" kann beispielsweise als sowohl den Fall, in dem Kupfer direkt auf den Kohlenstofffasern abgeschieden wird, als auch den Fall, in dem eine oder mehrere Schichten zwischen den Kohlenstofffasern und dem Kupfer angeordnet werden können, umfassend verstanden werden.

[0055] Das Metall (z. B. Kupfer) kann mit einer höheren Rate auf der ersten Seite als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes abgeschieden werden. Folglich können die Öffnungen auf der ersten Seite schmaler werden als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes. Mit anderen Worten, das Kohlenstofffasergewebe kann asymmetrisch mit Metall (z. B. Kupfer) plattiert werden. Mit noch anderen Worten, das Kohlenstofffasergewebe kann mit Metall (z. B. Kupfer) in einer solchen Weise vorgalvanisiert werden, dass sich mehr Metall (z. B. Kupfer) auf der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes entwickelt. Mit noch anderen Worten, das Metall (z. B. Kupfer) kann derart abgeschieden werden, dass auf der ersten Seite des Gewebes die Kohlenstofffasern mit einer dickeren Metallschicht (z. B. Kupferschicht) als auf der zweiten Seite beschichtet werden können. Dies kann beispielsweise durch Festlegen eines diffusionsgesteuerten Plattierungsprozesses, beispielsweise unter Verwendung eines kurzen Abstandes zwischen dem Werkstück (d. h. Kohlen-

stofffasergewebe) und der Anode und eines relativ verdünnten Elektrolyts, erreicht werden.

[0056] Gemäß einer anderen Ausführungsform kann das Kohlenstofffasergewebe mit einem Metall elektroplattiert werden, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Kupfer bildet, und das Kohlenstofffasergewebe und das Metall können nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit dem Metall und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer ausgeheilt (mit anderen Worten erhitzt oder getempert) werden.

[0057] Der Begriff "Phase", wie hier verwendet, kann als sich auf eine Festkörperphase beziehend verstanden werden und der Begriff "gemeinsame Phase" kann als sich auf eine stöchiometrisch bestimmte Festkörperphase eines binären Systems beziehend verstanden werden (mit anderen Worten ein System aus zwei Komponenten), wie in einem entsprechenden Phasendiagramm des binären Systems angegeben werden kann. Der Begriff "gemeinsame Phase von X und Y" kann beispielsweise als sich auf irgendeine stöchiometrisch bestimmte Festkörperphase im Phasendiagramm entsprechend dem binären System X-Y beziehend verstanden werden.

[0058] Gemäß einer anderen Ausführungsform kann das Metall Chrom (Cr) oder Mangan (Mn) sein.

[0059] Gemäß einer anderen Ausführungsform kann das Kohlenstofffasergewebe mit einer ersten Metallschicht, die ein Metall enthält oder aus diesem besteht, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Nickel bildet, elektroplattiert werden, das Kohlenstofffasergewebe kann mit einer zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der ersten Metallschicht elektroplattiert werden, wobei die zweite Metallschicht Nickel enthält oder daraus besteht, und das Kohlenstofffasergewebe, die erste Metallschicht und die zweite Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der zweiten Metallschicht und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer ausgeglüht werden.

[0060] Gemäß einer anderen Ausführungsform kann das Metall der ersten Metallschicht Chrom (Cr) oder Mangan (Mn) sein.

[0061] Gemäß einigen Ausführungsformen können folglich eine Metallschicht oder eine erste Metallschicht und eine zweite Metallschicht über den Kohlenstofffasern abgeschieden und ausgeglüht werden. Die Metallschicht oder die erste Metallschicht und die zweite Metallschicht können als Haftschrift oder Haftschriftstapel dienen, um die Haftung zwischen

den Kohlenstofffasern und dem Kupfer zu ermöglichen oder zu verbessern.

[0062] Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Metallschicht oder die erste Metallschicht und/oder die zweite Metallschicht derart abgeschieden werden, dass sie eine Schichtdicke aufweisen, die kleiner ist als der Durchmesser der Kohlenstofffasern, beispielsweise wesentlich kleiner als der Durchmesser der Kohlenstofffasern, beispielsweise im Bereich von etwa 10 nm bis etwa 500 nm. Andere Werte können gemäß anderen Ausführungsformen ebenso möglich sein.

[0063] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Elektroplattieren der Metallschicht oder der ersten Metallschicht und/oder der zweiten Metallschicht durch gepulstes Elektroplattieren (auch als Impulselektroplattieren, gepulste galvanische Abscheidung oder galvanische Impulsabscheidung bezeichnet) bewirkt werden. Der Begriff "gepulstes Elektroplattieren", wie hier verwendet, kann als sich auf eine Elektroplattierungstechnik (Technik zum elektrolytischen Abscheiden) beziehend verstanden werden, bei der ein Plattierungsstrom in einem oder mehreren Impulsen mit vorbestimmter Dauer und/oder Höhe geliefert werden kann.

[0064] Gemäß anderen Ausführungsformen kann das Elektroplattieren der Metallschicht oder der ersten Metallschicht und/oder der zweiten Metallschicht mittels anderer geeigneter Elektroplattierungstechniken bewirkt werden.

[0065] Das Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes und der Metallschicht(en) kann zum Ausbilden von gemeinsamen Phasen an Grenzflächen zwischen dem Kohlenstoff und den Metallschichten und/oder Grenzflächen zwischen den Metallschichten dienen.

[0066] Wie bei **106** gezeigt, kann das Kohlenstofffasergewebe gemäß einer anderen Ausführungsform gesintert werden. Mit anderen Worten, das Kohlenstofffasergewebe kann einer hohen Temperatur und einem hohen Druck ausgesetzt werden.

[0067] Das Sintern ist ein optionaler Prozess, der nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall (z. B. Kupfer) ausgeführt werden kann.

[0068] Gemäß einer anderen Ausführungsform kann das Kohlenstofffasergewebe über einem Halbleiterelement nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall (z. B. Kupfer) (und möglicherweise nach dem Sintern des Kohlenstofffasergewebes) angeordnet werden, so dass die erste Seite des Kohlenstofffasergewebes dem Halbleiterelement zugewandt ist; und das Kohlenstofffasergewe-

be kann an das Halbleiterelement mittels eines Elektroplattierungsprozesses kontaktiert werden, wobei ein Metallelektrolyt (z. B. Kupferelektrolyt) zu einer Grenzfläche zwischen der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes und dem Halbleiterelement über mehrere Öffnungen zugeführt wird.

[0069] Das Halbleiterelement kann beispielsweise einen Chip oder Wafer, beispielsweise einen Siliziumchip oder -wafer, aufweisen oder ein solcher sein. Das Halbleiterelement, z. B. Chip oder Wafer, kann gemäß anderen Ausführungsformen andere Halbleitermaterialien als Silizium enthalten oder daraus bestehen, einschließlich Verbundhalbleitern. Das Kohlenstofffasergewebe kann beispielsweise an eine Rückseitenoberfläche des Chips oder Wafers kontaktiert werden.

[0070] Erläuternd kann das vorgalvanisierte Kohlenstofffasergewebe mittels galvanischer Ausbildung einer Metallschicht (z. B. Kupferschicht) zwischen dem Kohlenstofffasergewebe und dem Halbleiterelement galvanisch an das Halbleiterelement kontaktiert oder daran befestigt werden. In diesem Zusammenhang kann der mindestens eine zusammenhängende Weg (der durch die Öffnungen im Gewebe gebildet ist), der von der ersten Seite zur zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führt, zum Zuführen oder Transportieren von Metallelektrolyt (z. B. Kupferelektrolyt) zu einer Grenzfläche zwischen der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes und dem Halbleiterelement dienen. Folglich kann der Elektrolyt mit der Grenzfläche zwischen dem Gewebe und dem Halbleiterelement an mehreren oder einer Vielzahl von Stellen in Kontakt kommen.

[0071] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Kontaktieren des Kohlenstofffasergewebes an das Halbleiterelement mittels des Elektroplattierungsprozesses das Füllen zumindest eines Abschnitts der mehreren Öffnungen mit Metall (z. B. Kupfer) aufweisen und das Halbleiterelement und das Kohlenstofffasergewebe können an einen Träger gelötet werden, wobei ein restlicher Abschnitt der mehreren Öffnungen mit Lötmetall (z. B. Zinnlötmetall) gefüllt werden kann.

[0072] Der Träger kann beispielsweise ein Leiterraum sein.

[0073] Fig. 2 zeigt ein Verfahren **200** zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0074] Wie bei **202** gezeigt, kann ein Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff, beispielsweise ein Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff, vorgesehen werden. Der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) kann mehrere mit Metall beschich-

tete Kohlenstofffasern (z. B. mit Kupfer beschichtete Kohlenstofffasern) aufweisen.

[0075] Der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff kann ferner mehrere Öffnungen (hier auch als Lederstellen bezeichnet) aufweisen, die von einer ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führen.

[0076] Gemäß einer Ausführungsform können die Öffnungen auf der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs schmaler sein als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs. Mit anderen Worten, ein Durchmesser der Öffnungen kann auf der ersten Seite kleiner sein als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs.

[0077] Wie bei **204** gezeigt, kann der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff über einem Halbleiterelement angeordnet werden, so dass die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs dem Halbleiterelement zugewandt ist.

[0078] Wie bei **206** gezeigt, kann der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) an das Halbleiterelement mittels eines Elektroplattierungsprozesses kontaktiert werden, wobei Metallelektrolyt (z. B. Kupferelektrolyt) zu einer Grenzfläche zwischen der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs und dem Halbleiterelement über die mehreren Öffnungen zugeführt wird.

[0079] Die Öffnungen können mindestens einen zusammenhängenden Weg von der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zur zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs bilden. Die erste Seite und die zweite Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs können beispielsweise entgegengesetzte Seiten des Verbundstoffs sein.

[0080] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Halbleiterelement einen Chip oder Wafer aufweisen oder ein solcher sein, z. B. ein Siliziumchip oder -wafer. Das Halbleiterelement, z. B. Chip oder Wafer, kann gemäß anderen Ausführungsformen andere Halbleitermaterialien als Silizium enthalten oder daraus bestehen, einschließlich Verbundhalbleitern.

[0081] Gemäß einer anderen Ausführungsform kann der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff über einer Rückseitenoberfläche des Chips oder Wafers angeordnet werden und kann an die Rückseitenoberfläche des Chips oder Wafers kontaktiert werden.

[0082] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Bereitstellen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs Folgendes aufweisen: Bereitstellen eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen (hier auch als Leer-

stellen bezeichnet), wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen; und Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall (z. B. Kupfer).

[0083] Die erste Seite des Kohlenstofffasergewebes kann der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs entsprechen und die zweite Seite des Kohlenstofffasergewebes kann der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs entsprechen.

[0084] Die Anzahl von Kohlenstofffasern im Kohlenstofffasergewebe kann im Allgemeinen beliebig sein. Die Kohlenstofffasern können beispielsweise in Bündeln angeordnet sein, wobei jedes Bündel eine oder mehrere Kohlenstofffasern aufweisen kann. Die Anzahl von Kohlenstofffasern pro Bündel kann im Allgemeinen beliebig sein und kann für jedes Bündel gleich sein oder kann für verschiedene Bündel verschieden sein. Gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen können eine oder mehrere (z. B. alle) der Kohlenstofffasern Graphit aufweisen.

[0085] Gemäß einer Ausführungsform kann mindestens eine (z. B. mehrere, z. B. alle) der Kohlenstofffasern eine Länge im Millimeterbereich, beispielsweise einige Millimeter, aufweisen. Andere, z. B. höhere, Werte können gemäß anderen Ausführungsformen ebenso möglich sein.

[0086] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann mindestens eine (z. B. mehrere, z. B. alle) der Kohlenstofffasern einen Durchmesser im Bereich von etwa 1 μm bis etwa 50 μm aufweisen. Andere Werte können gemäß anderen Ausführungsformen ebenso möglich sein.

[0087] Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Öffnungen (Leerstellen) des Kohlenstofffasergewebes an Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes, beispielsweise gemäß einigen Ausführungsformen zwischen zwei oder mehr Bündeln von Kohlenstofffasern angeordnet sein, beispielsweise gemäß einigen Ausführungsformen an Stellen, an denen zwei oder mehr Bündel einander kreuzen.

[0088] Gemäß einer anderen Ausführungsform können die Öffnungen (Leerstellen) des Kohlenstofffasergewebes und/oder die Öffnungen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs einen Durchmesser im Bereich von etwa 10 μm bis etwa 100 μm aufweisen. Andere Werte können gemäß anderen Ausführungsformen ebenso möglich sein. In diesem Zusammenhang kann sich der "Durchmesser" einer Öffnung beispielsweise auf den Durchmesser eines Querschnitts der Öffnung parallel zur ersten Seite und/oder zur zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes oder des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs beziehen.

[0089] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall (z. B. Kupfer) derart ausgeführt werden, dass das Metall mit einer höheren Rate auf der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes abgeschieden wird. Die Öffnungen können folglich auf der ersten Seite schmaler werden als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes. Mit anderen Worten, das Kohlenstofffasergewebe kann asymmetrisch mit Metall plattiert werden. Mit noch anderen Worten, das Kohlenstofffasergewebe kann mit Metall in einer solchen Weise vorgalvanisiert werden, dass sich mehr Metall auf der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes entwickelt als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes. Mit nach anderen Worten, das Metall kann derart abgeschieden werden, dass auf der ersten Seite des Gewebes die Kohlenstofffasern mit einer dickeren Metallschicht beschichtet werden können als auf der zweiten Seite. Dies kann beispielsweise durch Festlegen eines diffusionsgesteuerten Plattierungsprozesses, beispielsweise unter Verwendung eines kurzen Abstandes zwischen dem Werkstück (d. h. Kohlenstofffasergewebe) und der Anode und eines relativ verdünnten Elektrolyts, erreicht werden.

[0090] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Bereitstellen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs Folgendes aufweisen: Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Kupfer bildet; und Ausglühen (mit anderen Worten Erhitzen oder Tempern) des Kohlenstofffasergewebes und des Metalls nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit dem Metall und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer. Das Metall kann beispielsweise Chrom (Cr) oder Mangan (Mn) sein.

[0091] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Bereitstellen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs Folgendes aufweisen: Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer ersten Metallschicht, die ein Metall enthält oder daraus besteht, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Nickel bildet; Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der ersten Metallschicht, wobei die zweite Metallschicht Nickel enthält oder daraus besteht; und Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes, der ersten Metallschicht und der zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der zweiten Metallschicht und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer. Das Metall der ersten Metallschicht kann beispielsweise Chrom (Cr) oder Mangan (Mn) sein.

[0092] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Bereitstellen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs) Folgendes aufweisen: Sintern des Kohlenstofffasergewebes nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall (z. B. Kupfer).

[0093] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs) an das Halbleiterelement Folgendes aufweisen: Füllen eines ersten Abschnitts der Öffnungen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs mit Metall (z. B. Kupfer) und das Halbleiterelement und der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff können an einen Träger (z. B. einen Leiterrahmen) nach dem Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an das Halbleiterelement gelötet werden, wobei ein restlicher Abschnitt der Öffnungen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs mit Lötmetall (z. B. Zinn) gefüllt werden kann.

[0094] Fig. 3 zeigt ein Verfahren **300** zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0095] Wie bei **302** gezeigt, kann ein Kohlenstofffasergewebe vorgesehen werden. Das Kohlenstofffasergewebe kann mehrere Kohlenstofffasern und mehrere Öffnungen aufweisen, die an Kreuzungspunkten des Gewebes angeordnet sind. Das Kohlenstofffasergewebe kann ferner gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen konfiguriert sein.

[0096] Wie bei **304** gezeigt, kann Metall (z. B. Kupfer) elektrolytisch auf den Kohlenstofffasern abgeschieden werden, um einen Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) zu bilden. Das Metall kann derart abgeschieden werden, dass zumindest einige der mehreren Öffnungen zumindest teilweise von Metall frei bleiben und mindestens einen zusammenhängenden Pfad bilden, der von einer ersten Seite zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs führt. Der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff kann ferner gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen konfiguriert sein.

[0097] Wie bei **306** gezeigt, kann der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff benachbart zu einem Halbleiterelement angeordnet werden, wobei die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs dem Halbleiterelement zugewandt ist.

[0098] Wie bei **308** gezeigt, kann der mindestens eine zusammenhängende Weg elektrolytisch mit Metall (z. B. Kupfer) gefüllt werden, um den Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) am Halbleiterelement zu befestigen (mit anderen Worten daran zu kontaktieren).

[0099] Gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen können eine oder mehrere (z. B. alle) der Kohlenstofffasern Graphit aufweisen. Gemäß einer anderen Ausführungsform kann das Halbleiterelement einen Chip, z. B. einen Siliziumchip, oder einen Wafer, z. B. einen Siliziumwafer, aufweisen oder ein solcher sein. Das Halbleiterelement, z. B. Chip oder Wafer, kann andere Halbleitermaterialien, einschließlich Verbundhalbleitern, gemäß anderen Ausführungsformen enthalten oder daraus bestehen. Das Halbleiterelement kann ferner gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen konfiguriert sein.

[0100] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff benachbart zu einer Rückseitenoberfläche des Chips oder Wafers angeordnet werden, wobei die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs der Rückseitenoberfläche des Chips oder Wafers zugewandt ist.

[0101] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Abscheiden des Metalls (z. B. Kupfers) auf den Kohlenstofffasern in einer solchen Weise ausgeführt werden, dass nach der Abscheidung ein Durchmesser der Öffnungen auf (oder nahe) der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs kleiner ist als auf (oder nahe) der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs.

[0102] Erläuternd kann das Kohlenstofffasergewebe asymmetrisch mit Metall (z. B. Kupfer) plattiert werden. Mit anderen Worten, die Abscheidung von Metall (z. B. Kupfer) kann mit einer höheren Rate auf einer Seite des Gewebes im Vergleich zu einer anderen Seite des Gewebes stattfinden. Dies kann beispielsweise durch Festlegen eines diffusionsgesteuerten Plattierungsprozesses beispielsweise unter Verwendung eines kurzen Abstandes zwischen dem Werkstück (d. h. Kohlenstofffasergewebe) und der Anode und eines relativ verdünnten Elektrolyts erreicht werden.

[0103] Gemäß einer anderen Ausführungsform kann der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) vor dem Anordnen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs benachbart zum Halbleiterelement gesintert werden.

[0104] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Füllen des mindestens einen zusammenhängenden Pfades das Füllen eines ersten Abschnitts der Öffnungen mit Metall (z. B. Kupfer) und das Halbleiterelement auf, und der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) kann an einen Träger (z. B. einen Leiterraum) gelötet werden, wobei ein restlicher Abschnitt der Öffnungen mit Lötmetall (z. B. Zinn) gefüllt wird.

[0105] Fig. 4 zeigt ein Verfahren **400** zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0106] Wie bei **402** gezeigt, kann das Kohlenstofffasergewebe mit Metall (z. B. Kupfer) vorgalvanisiert werden, um einen Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) mit mehreren Öffnungen auszubilden, die von einer ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führen. Das Kohlenstofffasergewebe und/oder der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff können ferner gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen konfiguriert sein.

[0107] Wie bei **404** gezeigt, kann der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) mit der ersten Seite an einen Chip oder Wafer mittels eines galvanischen Prozesses kontaktiert werden, wobei Metallelektrolyt (z. B. Kupferelektrolyt) von der zweiten Seite zu einer Grenzfläche zwischen dem Chip oder Wafer und der ersten Seite über die mehreren Öffnungen zugeführt wird. Der galvanische Prozess kann beispielsweise gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen ausgeführt werden.

[0108] Gemäß einer Ausführungsform kann das Vorgalvanisieren des Kohlenstofffasergewebes derart ausgeführt werden, dass die Öffnungen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs einen kleineren Durchmesser auf der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs aufweisen.

[0109] Fig. 5 zeigt ein Verfahren **500** zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0110] Wie bei **502** gezeigt, kann ein Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff (z. B. Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff) vorgesehen werden, wobei der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff mehrere Öffnungen aufweist, die von einer ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führen. Der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff kann beispielsweise ferner gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen konfiguriert sein.

[0111] Wie bei **504** gezeigt, kann der Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff über einem Halbleiterelement angeordnet werden, so dass die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs dem Halbleiterelement zugewandt ist. Das Halbleiterelement kann beispielsweise gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen konfiguriert sein.

[0112] Wie bei **506** gezeigt, können die mehreren Öffnungen galvanisch mit Metall (z. B. Kupfer) gefüllt werden, um eine galvanische Kontaktierstelle zwischen der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs und dem Halbleiterelement zu bilden. Das galvanische Füllen der Öffnungen kann beispielsweise gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen ausgeführt werden.

[0113] **Fig. 6A** und **Fig. 6B** zeigen einen Kühlkörper **600** gemäß einer weiteren Ausführungsform. **Fig. 6A** ist eine Draufsicht und **Fig. 6B** ist eine Querschnittsansicht eines Abschnitts des Kühlkörpers **600**.

[0114] Der Kühlkörper **600** kann ein vorgefertigtes CCu-Gewebe **601** (hier auch als Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff oder als halbfertiges Produkt oder halbfertiges Material bezeichnet) aufweisen, wie gezeigt.

[0115] Das Gewebe **601** kann mehrere Kohlenstofffaserbündel **602** aufweisen. Die Kohlenstofffaserbündel **602** können einander kreuzen, wie gezeigt. Die Anzahl von Kohlenstofffaserbündeln **602** kann im Allgemeinen beliebig sein.

[0116] Jedes Bündel **602** kann mehrere Kohlenstofffasern **603** aufweisen. Die Anzahl von Kohlenstofffasern **603** pro Bündel **602** kann für alle Bündel **602** gleich sein oder kann verschieden sein. Gemäß einer oder mehreren Ausführungsformen können eine oder mehrere (z. B. alle) der Kohlenstofffasern Graphit aufweisen.

[0117] Die Kohlenstofffasern **603** können beispielsweise eine Länge und/oder einen Durchmesser gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen aufweisen.

[0118] Die Kohlenstofffasern **603** können mit Kupfer beispielsweise gemäß einer oder mehreren hier beschriebenen Ausführungsformen elektroplattiert worden sein. Mit anderen Worten, die Kohlenstofffasern **603** können mit Kupfer beschichtet worden sein. Mit noch anderen Worten, das Gewebe **601** kann mit Kupfer vorgalvanisiert worden sein.

[0119] Gemäß einigen Ausführungsformen kann das Gewebe **601** nach dem Elektroplattieren der Kohlenstofffasern **603** mit Kupfer gesintert worden sein.

[0120] Das Gewebe **601** kann ferner mehrere Öffnungen **604** (hier auch als Leerstellen bezeichnet) aufweisen, wie gezeigt.

[0121] Gemäß einigen Ausführungsformen können die Öffnungen **604** an Kreuzungspunkten des Gewebes **601** angeordnet sein.

[0122] Die Öffnungen **604** (oder zumindest einige der Öffnungen) können von einer ersten Seite **605**

des Gewebes **601** zu einer zweiten Seite **606** des Gewebes **601** führen, wie in **Fig. 6B** gezeigt. Die erste Seite **605** und die zweite Seite **606** können entgegengesetzte Seiten des Gewebes **601** sein, wie in **Fig. 6B** gezeigt. Die erste Seite **605** kann beispielsweise eine Oberseite (oder Unterseite) des Gewebes **601** sein und die zweite Seite **606** kann beispielsweise eine Unterseite (oder Oberseite) des Gewebes **601** sein, wie in **Fig. 6B** gezeigt.

[0123] Gemäß einigen Ausführungsformen kann der Kühlkörper **600** an einem Halbleiterelement (beispielsweise an einem Chip oder Wafer, z. B. an einer Rückseite eines Siliziumchips oder -wafers) mittels eines elektrolytischen Prozesses (hier auch als galvanisches Kontaktieren bezeichnet) befestigt oder daran kontaktiert werden. In diesem Zusammenhang kann der Elektrolyt zu einer Grenzfläche zwischen dem Halbleiterelement (z. B. einer Chip- oder Wafer-rückseite) und dem halbfertigen Produkt (d. h. dem vorgalvanisierten Gewebe **601**) über die mehreren Öffnungen **604** gelangen. Mit anderen Worten, der Elektrolyt kann die Grenzfläche zwischen dem Halbleiterelement und dem Gewebe **601** durch die Öffnungen **604** über mindestens einen zusammenhängenden Weg erreichen, der durch die Öffnungen **604** gebildet ist.

[0124] Gemäß einigen Ausführungsformen können die Öffnungen **604** auf der ersten Seite **605** des Gewebes **601** schmaler sein als auf der zweiten Seite **606** des Gewebes **601**. Mit anderen Worten, ein Durchmesser der Öffnungen **604** kann auf (oder nahe) der ersten Seite **605** des Gewebes **601** kleiner sein als auf (oder nahe) der zweiten Seite **606** des Gewebes **601**. Gemäß einigen Ausführungsformen kann dies beispielsweise durch eine asymmetrische Vorgalvanisierung der Kohlenstofffasern **603** mit Kupfer erreicht worden sein, während dessen Kupfer mit einer höheren Rate auf der ersten Seite **605** als auf der zweiten Seite **606** des Gewebes **601** abgeschieden worden sein kann.

[0125] Erläuternd zeigen **Fig. 6A** und **Fig. 6B** einen Kühlkörper **600** mit mehreren Kohlenstofffasern **603**, die in Bündeln **602** angeordnet sind, um ein Gewebe **601** auszubilden, und mit Kupfer vorgalvanisiert sind, und mehreren Öffnungen **604**, die zwischen den vorgalvanisierten Bündeln **602** verbleiben (z. B. an Kreuzungspunkten des Gewebes **601**).

[0126] Die Öffnungen **604** können den Effekt haben, dass, wenn der Kühlkörper **600** galvanisch an ein Halbleiterelement (z. B. einen Chip oder Wafer) kontaktiert wird, Elektrolyt sich zu allen Stellen einer Grenzfläche zwischen dem Halbleiterelement und dem Kühlkörper **600** beispielsweise in periodischen und/oder kleinstmöglichen Abständen vorwärtsbewegen (mit anderen Worten verlaufen) kann. Erläuternd können die mehreren Öffnungen **604** als

mehrere Kontaktstellen dienen, an denen der Elektrolyt mit der Grenzfläche zwischen dem Kühlkörper **600** und dem Halbleiterelement in Kontakt kommen kann. **Fig. 6A** und **Fig. 6B** zeigen ein Beispiel eines Kühlkörpers mit einem mit Kupfer vorgalvanisierten Kohlenstofffasergewebe. Gemäß anderen Ausführungsformen können hier beschriebene Kohlenstofffasergewebe mit einem anderen Metall oder anderen Metallen als Kupfer, beispielsweise Gold, Silber oder anderen, vorgalvanisiert werden.

[0127] Ein verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers gemäß einigen Ausführungsformen kann das galvanische Kontaktieren eines vorgalvanisierten Kohlenstofffasergewebes an eine Oberfläche eines Substratwafers aufweisen. Die Oberfläche kann beispielsweise eine vernickelte Oberfläche sein. Der Wafer kann beispielsweise eine Dicke im Mikrometerbereich, beispielsweise eine Dicke von einigen hundert Mikrometern, z. B. etwa 120 µm, aufweisen, alternativ kann die Dicke andere Werte aufweisen. Das galvanische Kontaktieren des Kohlenstofffasergewebes an den Wafer kann beispielsweise das mechanische Halten des Gewebes in einer Position über der Waferoberfläche und die Verwendung eines Kupferelektrolyts aufweisen. Das galvanische Kontaktieren kann beispielsweise unter Verwendung eines normalen Schwefelsäure/Kupfer-Elektrolyts und einer gepulsten galvanischen Abscheidung beispielsweise mit einer Impulsfrequenz von mehreren hundert Hertz (Hz), beispielsweise mit einer Frequenz von etwa 700 Hz, ausgeführt werden. In einem Beispiel kann ein Kantenabschnitt des Wafers (beispielsweise eine ungefähr 1 cm breite Kante des Wafers) aus Gründen der Maskierungstechnologie des Wafers unbedeckt bleiben, so dass der Wafer auf der anderen Seite elektrisch verbunden werden kann.

[0128] Im Folgenden werden verschiedene Aspekte und potentielle Effekte von verschiedenen Ausführungsformen beschrieben.

[0129] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann ein Kühlkörper, der einen Kohlenstofffaser/Metall-Verbundstoff, beispielsweise einen Kohlenstofffaser-/Kupfer-Verbundstoff (CCu) gemäß einigen Ausführungsformen, aufweist oder daraus besteht, galvanisch an ein Halbleiterelement, beispielsweise an einen Chip oder Wafer, z. B. an eine Rückseite eines Chips oder Wafers, kontaktiert werden.

[0130] In einem herkömmlichen Verfahren wird ein ganzer Cu-Block als Kühlkörper an einen Chip galvanisch kontaktiert. In diesem Verfahren kann ausgehend von der Mitte des Blocks ein Spalt, der zunehmend breiter wird, vorgesehen werden, um zu vermeiden, dass während des galvanischen Kontaktierens Kantenbereiche überwachsen werden und große Leerstellen in der Mitte verbleiben. Die Toleranz in Bezug auf die Geometrie des Spalts, z. B. in Bezug

auf die Genauigkeit des Winkels, kann jedoch sehr schmal sein.

[0131] Gemäß verschiedenen hier beschriebenen Ausführungsformen kann das vorstehend erwähnte Problem des herkömmlichen Verfahrens unter Verwendung eines halbfertigen Kühlkörpers eines Kohlenstofffaser/Metall-Verbundstoffs, z. B. CCu (Kohlenstofffaser/Kupfer-Verbundstoffs), vermieden oder wesentlich verringert werden. Der halbfertige CCu-Kühlkörper kann eine große Dichte von Öffnungen (oder Leerstellen) aufweisen, die miteinander verbunden sind, durch die überall – sobald der halbfertige Kühlkörper auf einer Oberfläche eines Halbleiterelements (z. B. auf der Siliziumoberfläche eines Siliziumchips oder -wafers) angeordnet wurde – Elektrolyt die Grenzfläche zwischen dem Halbleiterelement (z. B. Siliziumchip oder -wafer) und dem halbfertigen Produkt erreichen kann.

[0132] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann das Herstellen des halbfertigen CCu-Kühlkörpers das Vorgalvanisieren eines Kohlenstofffasergewebes, beispielsweise eines Kohlenstofffasergewebes, wie es in einer Flugzeugkonstruktion verwendet wird, aufweisen. Folglich werden Abschnitte des Gewebes, an denen die Kohlenstofffasern (z. B. Fasern eines Faserbündels) sehr nahe aneinander liegen, galvanisch miteinander verbunden, während Öffnungen oder Leerstellen immer noch an Kreuzungspunkten des Gewebes verbleiben können. Um die Differenz zwischen den galvanisch verbundenen Kohlenstofffasern (oder Bündeln von Kohlenstofffasern) und den Kreuzungspunkten hinsichtlich der restlichen Leerstellen noch stärker zu machen, können die restlichen mikroskopischen Leerstellen mittels Sintern (Heißpressen) abgedichtet werden, während die eher mikroskopischen Leerstellen (Öffnungen) an den Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes für die weitere Verarbeitung verbleiben können. Es können exakt diese (makroskopischen) Leerstellen sein, durch die Elektrolyt die Grenzfläche zwischen dem vorgalvanisierten Kühlkörper und der hinteren Waferoberfläche erreichen kann. Wenn nun der Wafer auf der anderen Seite elektrisch verbunden wird, können die restlichen Leerstellen (Öffnungen) galvanisch mit Kupfer hinterfüllt werden (auch als galvanische Hinterfüllung der Leerstellen oder Öffnungen bezeichnet), wobei das Kupferwachstum an der Grenzfläche "Kühlkörper-Wafer" beginnen kann. Mit anderen Worten, Teile der Öffnungen, die näher an der Grenzfläche liegen, können früher gefüllt werden als Teile der Öffnungen, die weiter entfernt sind.

[0133] Um zu vermeiden, dass die Öffnungen auf der Elektrolytseite in einer frühen Stufe während des galvanischen Hinterfüllens überwachsen (mit anderen Worten versiegelt) werden, kann das Kohlenstofffasergewebe vorgalvanisiert werden, so dass gemäß einigen Ausführungsformen mehr Kupfer auf einer

Seite des Gewebes als auf der anderen Seite gezüchtet wird. Mit anderen Worten, das Kohlenstofffasergewebe kann mit einer asymmetrischen Kupferplattierungsrate vorgalvanisiert werden. Dies kann beispielsweise durch Festlegen eines diffusionsgesteuerten Prozesses unter Verwendung eines kurzen Abstandes zwischen dem Werkstück und der Anode (d. h. zwischen dem Kühlkörper und dem Wafer) und eines relativ verdünnten Elektrolyts erreicht werden.

[0134] Gemäß einigen Ausführungsformen kann das galvanische Hinterfüllen derart ausgeführt werden, dass die Öffnungen nur teilweise mit Kupfer gefüllt werden. Mit anderen Worten, es kann möglich sein, dass eine oder mehrere Öffnungen nach dem galvanischen Kontaktieren des Kühlkörpers an den Wafer verbleiben. Die verbleibenden Öffnungen können beispielsweise mit Lötmedium (z. B. Zinn) während des Lötens des Halbleiterelements (z. B. Chips) an einen Träger (z. B. Leiterraum), z. B. unter Verwendung eines Unterdrucklötprozesses, gefüllt werden.

[0135] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann ein Kühlkörper für ultradünne Wafer oder Chips (z. B. ultradünne Siliziumwafer oder -chips) mittels galvanischen Kontaktierens eines halbfertigen Produkts, das aus einem Kohlenstofffaser/Kupfer-Verbundmaterial besteht, an eine hintere Waferoberfläche mittels galvanischen Hinterfüllens von mehreren Öffnungen im halbfertigen Produkt hergestellt werden. Gemäß einigen Ausführungsformen kann das halbfertige Produkt asymmetrisch vorgalvanisiert werden, um die Größe der Öffnungen, die nach dem galvanischen Kontaktierprozess verbleiben können, so klein wie möglich zu halten. Gemäß einigen Ausführungsformen kann das galvanische Kontaktieren des halbfertigen Produkts teilweise (mit anderen Worten unvollständig) sein und verbleibende Öffnungen oder Leerstellen, die überall verbunden sein können, können mit Lötmedium (z. B. Zinn) in einem Lötprozess (z. B. Unterdrucklötprozess) gefüllt werden, wenn der Chip (einschließlich seines Kühlkörpers) gelötet wird.

[0136] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann die Verwendung von metallischen Lötmediumbarrieren (deren thermische Eigenschaften die Ausbreitung eines Wärmeimpulses behindern können) am Übergang zwischen ultradünnem Silizium und einem Kühlkörper vermieden werden.

[0137] Obwohl die Erfindung mit Bezug auf spezifische Ausführungsformen speziell gezeigt und beschrieben wurde, sollte für den Fachmann auf dem Gebiet selbstverständlich sein, dass verschiedene Änderungen in der Form und im Detail darin durchgeführt werden können, ohne vom Gedanken und Schutzbereich der Erfindung abzuweichen, wie durch die beigefügten Ansprüche definiert. Der Schutzbereich der Erfindung ist folglich durch die beigefügten

Ansprüche angegeben und alle Änderungen, die in die Bedeutung und den Umfang der Äquivalenz der Ansprüche fallen, sollen daher umfasst sein.

Patentansprüche

1. Verfahren (**100**) zur Herstellung eines Kühlkörpers, das Folgendes aufweist:
Bereitstellen (**102**) eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen; und
Elektroplattieren (**104**) des Kohlenstofffasergewebes mit Metall, wobei das Metall mit einer höheren Rate auf der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes abgeschieden wird.
2. Verfahren (**100**) nach Anspruch 1, wobei das Metall Kupfer aufweist.
3. Verfahren (**100**) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Öffnungen an Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes angeordnet sind.
4. Verfahren (**100**) nach Anspruch 2 oder 3, das ferner Folgendes aufweist:
Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Kupfer bildet; und
Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes und des Metalls nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit dem Metall und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.
5. Verfahren (**100**) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, das ferner Folgendes aufweist:
Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer ersten Metallschicht mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Nickel bildet;
Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der ersten Metallschicht, wobei die zweite Metallschicht Nickel aufweist; und
Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes, der ersten Metallschicht und der zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der zweiten Metallschicht und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.
6. Verfahren (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das ferner Folgendes aufweist:
Sintern (**106**) des Kohlenstofffasergewebes nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall.

7. Verfahren (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, das ferner Folgendes aufweist:

Anordnen des Kohlenstofffasergewebes über einem Halbleiterelement nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall, so dass die erste Seite des Kohlenstofffasergewebes dem Halbleiterelement zugewandt ist; und

Kontaktieren des Kohlenstofffasergewebes an das Halbleiterelement mittels eines Elektroplattierungsprozesses, wobei Metallelektrolyt zu einer Grenzfläche zwischen der ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes und dem Halbleiterelement über die mehreren Öffnungen zugeführt wird;

wobei vorzugsweise das Halbleiterelement einen Chip oder Wafer aufweist.

8. Verfahren (**100**) nach Anspruch 7, wobei das Kontaktieren des Kohlenstofffasergewebes an das Halbleiterelement mittels des Elektroplattierungsprozesses das Füllen eines ersten Abschnitts der mehreren Öffnungen mit Metall aufweist, wobei das Verfahren ferner Folgendes aufweist:

Löten des Halbleiterelements und des Kohlenstofffasergewebes an einen Träger, wobei ein restlicher Abschnitt der mehreren Öffnungen mit Lötmetall gefüllt wird.

9. Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers, das Folgendes aufweist:

Bereitstellen eines Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs mit mehreren mit Metall beschichteten Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führen;

Anordnen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs über einem Halbleiterelement, so dass die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs dem Halbleiterelement zugewandt ist; und

Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an das Halbleiterelement mittels eines Elektroplattierungsprozesses, wobei Metallelektrolyt zu einer Grenzfläche zwischen der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs und dem Halbleiterelement über die mehreren Öffnungen zugeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Bereitstellen eines Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs mit mehreren mit Metall beschichteten Kohlenstofffasern das Bereitstellen eines Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs mit mehreren mit Kohlenstoff beschichteten Kohlenstofffasern aufweist; und wobei der Metallelektrolyt einen Kupferelektrolyten aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Öffnungen auf der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs schmaler sind als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei das Bereitstellen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs Folgendes aufweist:

Bereitstellen eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen;

Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall;

wobei vorzugsweise die Öffnungen des Kohlenstofffasergewebes an Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes angeordnet sind.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall derart ausgeführt wird, dass Metall mit einer höheren Rate auf der ersten Seite als auf der zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes abgeschieden wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei das Bereitstellen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs Folgendes aufweist:

Bereitstellen eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, wobei die Öffnungen von einer ersten Seite des Kohlenstofffasergewebes zu einer zweiten Seite des Kohlenstofffasergewebes führen;

Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer;

wobei vorzugsweise das Bereitstellen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs ferner Folgendes aufweist:

Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Kupfer bildet; und

Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes und des Metalls nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit dem Metall und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Bereitstellen des Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoffs ferner Folgendes aufweist:

Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer ersten Metallschicht mit einem Metall, das mindestens eine gemeinsame Phase mit Kohlenstoff und mindestens eine gemeinsame Phase mit Nickel bildet;

Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit einer zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der ersten Metallschicht, wobei die zweite Metallschicht Nickel aufweist; und

Ausglühen des Kohlenstofffasergewebes, der ersten Metallschicht und der zweiten Metallschicht nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit der zweiten Metallschicht und vor dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.

16. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Bereitstellen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs ferner Folgendes aufweist:
Sintern des Kohlenstofffasergewebes nach dem Elektroplattieren des Kohlenstofffasergewebes mit Kupfer.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, wobei das Halbleiterelement einen Chip oder Wafer aufweist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17, wobei das Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an das Halbleiterelement das Füllen eines ersten Abschnitts der mehreren Öffnungen mit Metall aufweist, wobei das Verfahren ferner Folgendes aufweist:
Löten des Halbleiterelements und des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an einen Träger nach dem Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an das Halbleiterelement, so dass ein restlicher Abschnitt der mehreren Öffnungen mit Lötmetall gefüllt wird.

19. Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers, das Folgendes aufweist:
Bereitstellen eines Kohlenstofffasergewebes mit mehreren Kohlenstofffasern und mehreren Öffnungen, die an Kreuzungspunkten des Gewebes angeordnet sind;
elektrolytisches Abscheiden von Metall auf den Kohlenstofffasern, um einen Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff auszubilden, wobei das Metall derart abgeschieden wird, dass zumindest einige der mehreren Öffnungen zumindest teilweise von Metall frei bleiben und mindestens einen zusammenhängenden Weg bilden, der von einer ersten Seite zu einer zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führt;
Anordnen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs benachbart zu einem Halbleiterelement, wobei die erste Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs dem Halbleiterelement zugewandt ist; und
elektrolytisches Füllen des mindestens einen zusammenhängenden Weges mit Metall, um den Kohlenstoff/Kupfer-Verbundstoff am Halbleiterelement zu befestigen.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei das Halbleiterelement einen Chip oder Wafer aufweist.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, wobei das Abscheiden des Metalls auf den Kohlenstofffasern derart ausgeführt wird, dass nach der Abscheidung ein Durchmesser der Öffnungen auf der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs kleiner ist als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, das ferner Folgendes aufweist:
Sintern des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs vor dem Anordnen des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs benachbart zum Halbleiterelement.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, wobei das Füllen des mindestens einen zusammenhängenden Weges das Füllen eines ersten Abschnitts der Öffnungen mit Metall aufweist, wobei das Verfahren ferner aufweist:
Löten des Halbleiterelements und des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs an einen Träger, wobei ein restlicher Abschnitt der Öffnungen mit Lötmetall gefüllt wird.

24. Verfahren zur Herstellung eines Kühlkörpers, das Folgendes aufweist:
Vorgalvanisieren eines Kohlenstofffasergewebes mit Metall, um einen Kohlenstoff/Metall-Verbundstoff mit mehreren Öffnungen zu bilden, die von einer ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs zur zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs führen; und
Kontaktieren des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs mit der ersten Seite an einen Chip oder Wafer mittels eines galvanischen Prozesses, wobei Metallelektrolyt von der zweiten Seite zu einer Grenzfläche zwischen dem Chip oder Wafer und der ersten Seite über die mehreren Öffnungen zugeführt wird;
wobei vorzugsweise das Vorgalvanisieren des Kohlenstofffasergewebes mit Metall derart ausgeführt wird, dass die Öffnungen einen kleineren Durchmesser auf der ersten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs aufweisen als auf der zweiten Seite des Kohlenstoff/Metall-Verbundstoffs.

25. Kühlkörper, der Folgendes aufweist:
ein Kohlenstofffasergewebe, das mit Metall galvanisiert ist und mehrere Öffnungen aufweist, die von einer ersten Seite des Gewebes zu einer zweiten Seite des Gewebes führen,
wobei die Öffnungen auf der ersten Seite schmaler sind als auf der zweiten Seite des Gewebes;
wobei vorzugsweise die Öffnungen an Kreuzungspunkten des Kohlenstofffasergewebes angeordnet sind.

26. Kühlkörper nach Anspruch 25, wobei das Metall Kupfer aufweist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

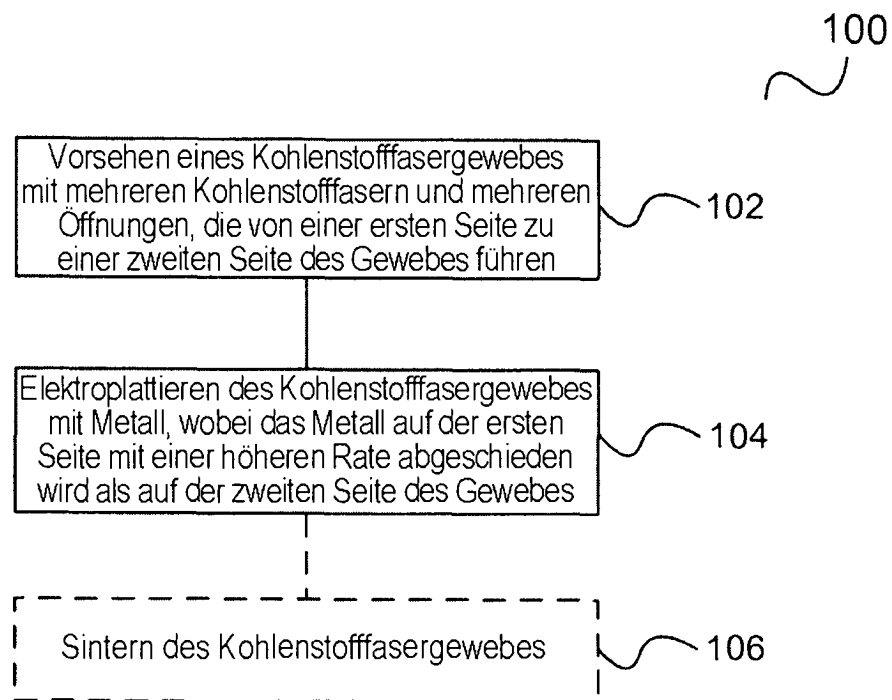


FIG 2

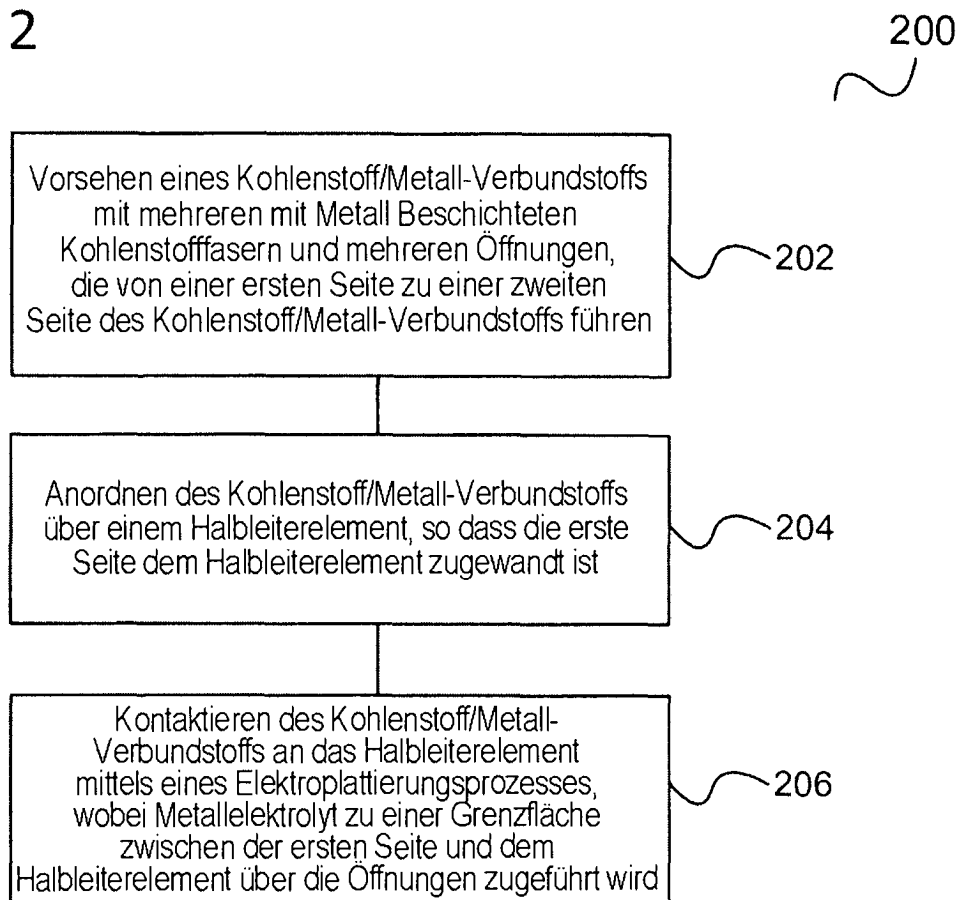


FIG 3

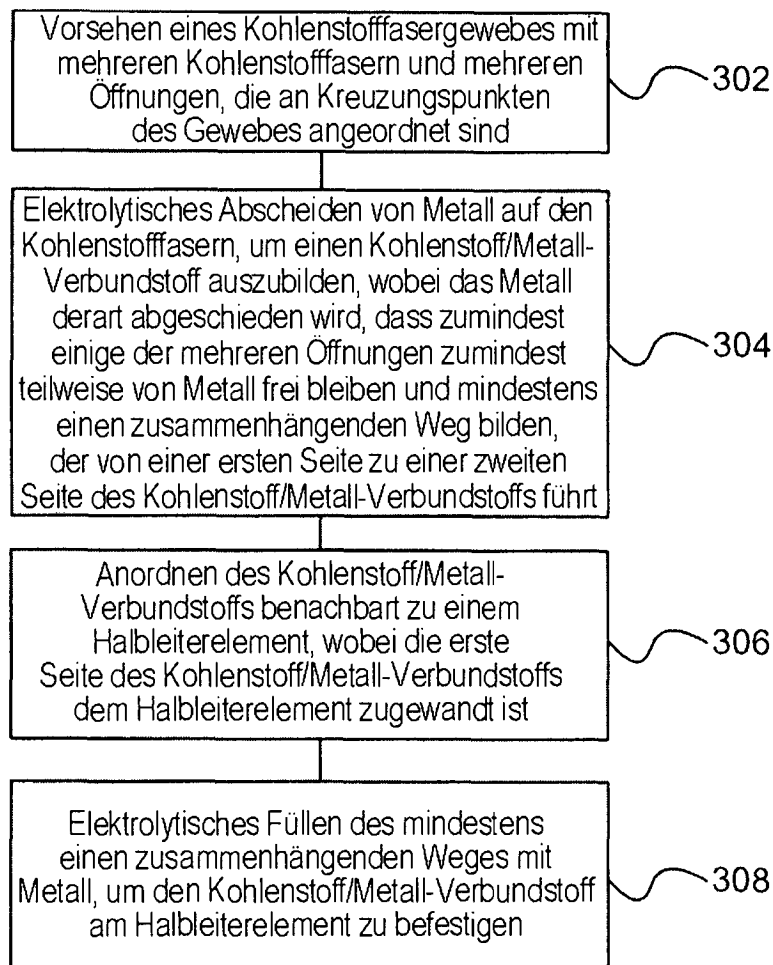


FIG 4

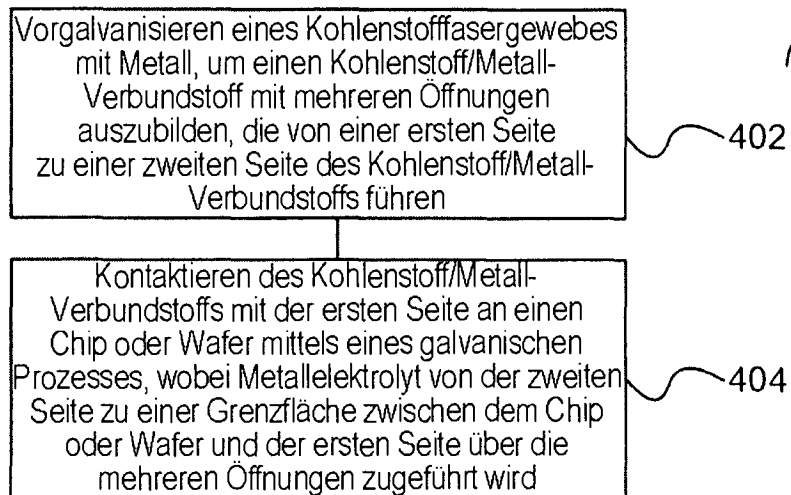


FIG 5

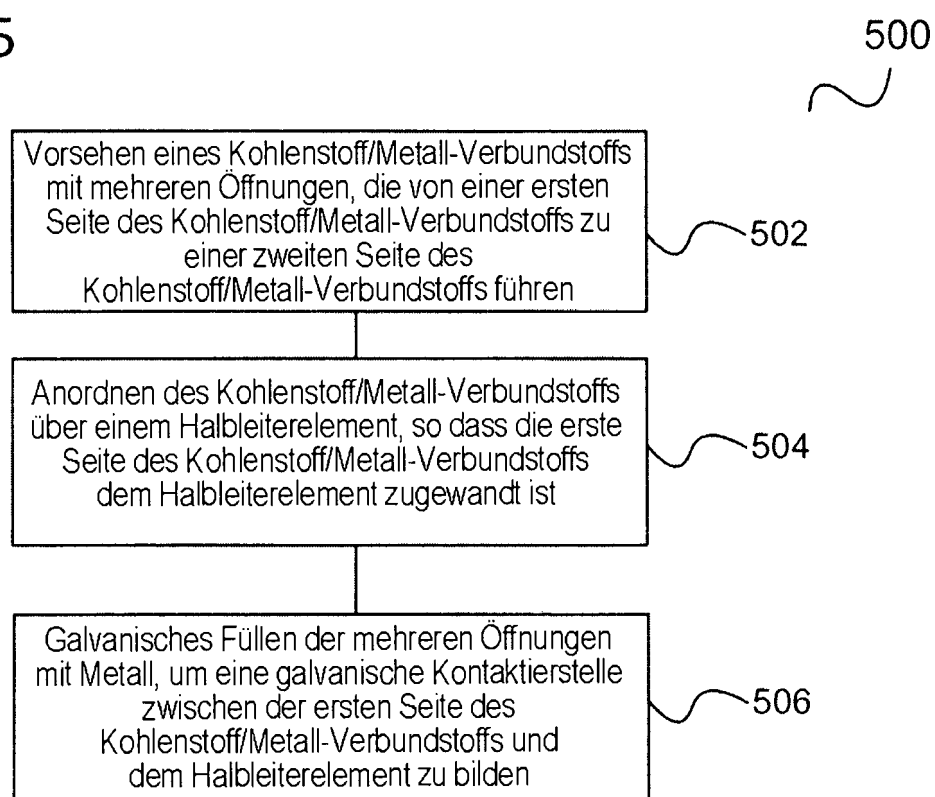


FIG 6A

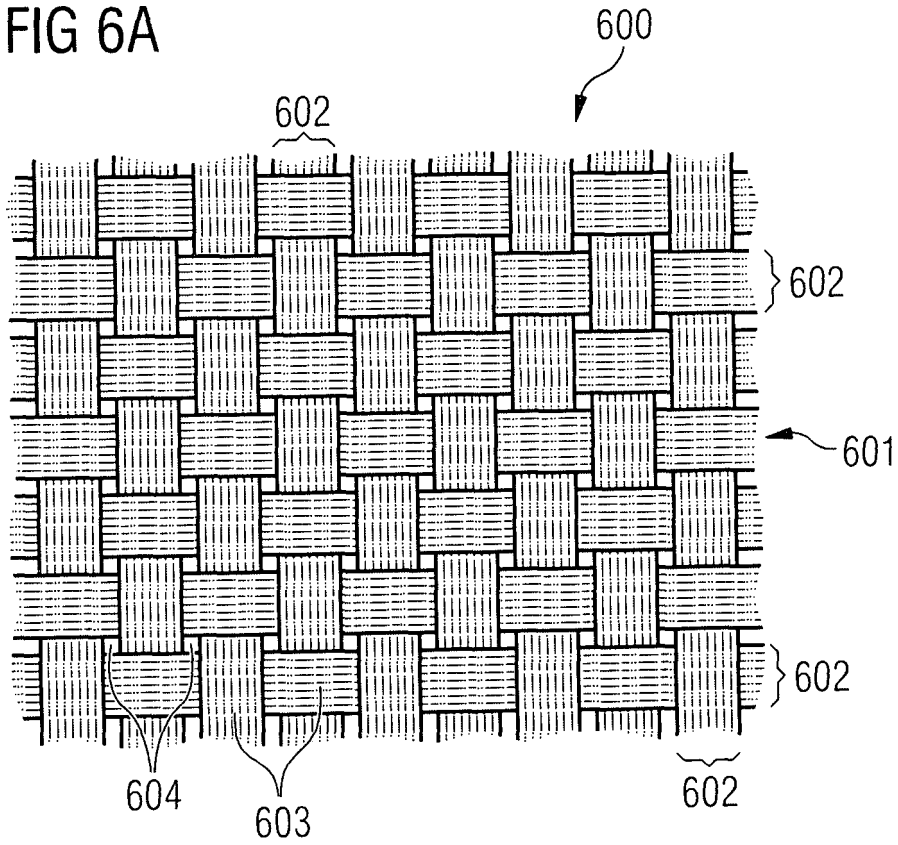


FIG 6B

