



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2006 037 747 B4 2009.06.04**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 037 747.8**

(22) Anmeldetag: **11.08.2006**

(43) Offenlegungstag: **13.03.2008**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **04.06.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H05K 7/20 (2006.01)**  
**H01S 5/024 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Nokia Siemens Networks GmbH & Co.KG, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:

**Schieblich, Christian, Dr., 89081 Ulm, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>10 2005 004145</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>195 37 633</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005/01 69 328</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2003/00 76 565</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>58 75 096</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>10 09 079</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>99/19 948</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Anordnung zur Kühlung eines elektrischen Bauelements**

(57) Hauptanspruch: Anordnung zur Kühlung eines elektrischen Bauelements (BE), mit einem elektrischen Bauelement (BE), mit einem Träger (T) und mit einer ersten Kühleinrichtung (G),

– bei der der Träger (T) mit dem elektrischen Bauelement (BE) verbunden ist,

– bei der die erste Kühleinrichtung (G) mit dem Träger oder mit dem Bauelement (BE) wärmeleitend gekoppelt ist, wobei

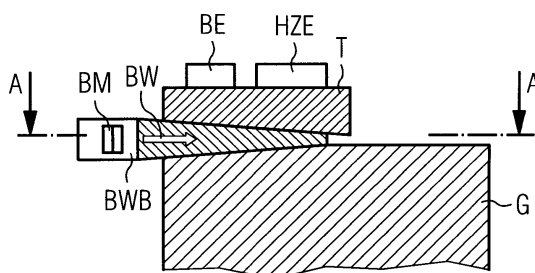
– eine zur ersten Kühleinrichtung (G) beweglich gelagerte Wärmeleiteinrichtung (BWB) vorgesehen ist, die temperaturabhängig mit der ersten Kühleinrichtung (G) wärmeleitend verbindbar ist, um einen gesamten Wärmewiderstand einer aus der ersten Kühleinrichtung und aus der Wärmeleiteinrichtung resultierenden Gesamtkühleinrichtung zu verändern, und

wobei

– die Wärmeleiteinrichtung (BWB) um eine Achse (A) drehbar gelagert ist

oder

– die Wärmeleiteinrichtung (BWB) keilförmig und parallel zu einer Achse (AA) zwischen den Träger (T) und die erste Kühleinrichtung (G) einschiebbar ist, wobei sich beim Einschieben der keilförmigen Wärmeleiteinrichtung (BWB) eine Auflagefläche zwischen der ersten...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Kühlung eines elektrischen Bauelements gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Jedem elektrischen Bauelement ist ein so genannter Einsatz-Temperaturbereich zugeordnet, innerhalb dem die elektrischen Funktionen des Bauelements seitens eines Bauelement-Herstellers garantiert werden.

**[0003]** Elektrische Bauelemente, die in einem Gehäuse montiert für einen Außeneinsatz vorgesehen sind, müssen je nach Außentemperatur entweder gekühlt oder geheizt werden, um deren elektrische Funktionen gewährleisten zu können.

**[0004]** Es ist bekannt, temperaturempfindliche elektrische Bauelemente mit Hilfe eines Kühlkörpers bzw. mit Hilfe des Gehäuses abzukühlen, um auch bei erhöhten Außentemperaturen eine bauelementspezifische Verlustwärme abführen zu können. Beispielsweise wird der Kühlkörper entsprechend dimensioniert bzw. werden im Gehäuse weitere Gebläse zur Wärmeabfuhr installiert.

**[0005]** Bei niedrigen Außentemperaturen ist es im Gegensatz dazu oft notwendig, jeweilige elektrische Bauelemente aufzuwärmen. Dies kann beispielsweise mit Hilfe von Heizungseinrichtungen erfolgen oder es wird die ohnehin vorhandene bauelementspezifische Verlustwärme zur Heizung des Bauelements mit verwendet.

**[0006]** Für einen Kühlkörper eines Bauelements ergeben sich somit je nach Außentemperatur stark unterschiedliche Anforderungen, denn einerseits soll bei höheren Außentemperaturen durch den Kühlkörper die Bauelement-Verlustwärme schnell abgeführt werden, während dies andererseits bei niedrigeren Außentemperaturen nicht erwünscht ist. Durch den Kühlkörper wird eine Heizung bzw. Erwärmung des Bauelements durch die schnell abgeführte Verlustwärme verhindert.

**[0007]** Wird ein Kühlkörper derart dimensioniert, dass eine Überhitzung des Bauelements ausgeschlossen ist, so wird auch zugeführte Heizenergie schneller abgeleitet. Dadurch wird eine verlängerte und energetisch ineffektive Aufheizphase bei den Bauelementen verursacht.

**[0008]** EP 1 009 079 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Begrenzung der Temperatur einer Laser-Diode, wobei die Temperaturbegrenzung mit Hilfe einer Wärme-Transferanordnung erfolgt.

**[0009]** US 2003/0076565 A1 offenbart ein optisches Kommunikationsmodul mit einem Wärmeverbindungs-

element, welches mit einem Schaltkreiselement verbindbar ist.

**[0010]** Die US 5,875,096 A offenbart eine Vorrichtung zum Kühlen einer elektronischen Vorrichtung.

**[0011]** Die DE 195 37 633 A1 offenbart einen Wärmeleiter zur thermischen Verbindung eines Bauteils mit einem Kühlkörper.

**[0012]** Die US 2005/01 69 328 A1 offenbart eine magnetisch steuerbare Wärme-Senke.

**[0013]** Die DE 10 2005 004 145 A1 offenbart eine Vorrichtung mit einem Halbleiterelement und einem Heizelement.

**[0014]** Die WO 99/19948 offenbart eine Laserdiodenanordnung, bei der Abstandshalter mit einer leitfähigen Fläche eines Wärmeverteilers verbunden sind.

**[0015]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Anordnung zur Kühlung anzugeben, bei der die oben genannten widersprüchlichen Forderungen zur Wärmeableitung mitberücksichtigt werden.

**[0016]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0017]** Bei der erfindungsgemäßen Anordnung zur Kühlung eines elektrischen Bauelements ist ein Träger mit dem elektrischen Bauelement verbunden. Eine erste Kühleinrichtung ist mit dem Träger oder mit dem Bauelement wärmeleitend gekoppelt.

**[0018]** Eine zur ersten Kühleinrichtung beweglich gelagerte Wärmeleiteinrichtung ist vorgesehen, wobei diese temperaturabhängig mit der ersten Kühleinrichtung wärmeleitend verbunden werden kann. Dadurch ist es möglich, einen gesamten Wärmewiderstand, der aus den einzelnen Wärmewiderständen der ersten Kühleinrichtung und der Wärmeleiteinrichtung resultiert, zu verändern. Erfindungsgemäß ist entweder (a) die Wärmeleiteinrichtung um eine Achse drehbar gelagert oder (b) die Wärmeleiteinrichtung ist keilförmig ausgebildet und parallel zu einer Achse zwischen den Träger (T) und die erste Kühleinrichtung (G) einschiebbar. Im zweiten Fall erhöht sich bei einem Einschieben der keilförmigen Wärmeleiteinrichtung eine Auflagefläche zwischen der ersten Kühleinrichtung und der Wärmeleiteinrichtung.

**[0019]** Es wird darauf hingewiesen, dass nachfolgend die Wärmeleiteinrichtung auch als zweite Kühleinrichtung bezeichnet wird.

**[0020]** Zusammengefasst erfolgt also eine von der

Temperatur abhängige Umschaltung zwischen Wärmewiderständen.

**[0021]** Vorteilhafterweise wird als temperaturabhängige Bewegungseinrichtung ein Bimetallelement verwendet. Dieses ist bevorzugt als Streifen derart montiert, dass der Streifen oberhalb einer vorbestimmten ersten Temperatur die zweite Kühleinrichtung auf die erste Kühleinrichtung drückt bzw. mit dieser wärmeleitend verbindet, um einen thermischen Kurzschluss zu bilden.

**[0022]** Dadurch wird bei erhöhter Temperatur der Wärmewiderstand der resultierenden gesamten Kühleinrichtung reduziert und eine verbesserte Wärmeableitung ermöglicht.

**[0023]** Die erste und die zweite Kühleinrichtung sind beispielsweise als metallische Körper oder Kühlkörper ausgebildet.

**[0024]** Entsprechend wird unterhalb einer vorbestimmten zweiten Temperatur der thermische Kurzschluss durch die temperaturabhängige Bewegungseinrichtung wieder aufgehoben, so dass auf einfache Art und Weise der Wärmewiderstand der resultierenden gesamten Kühleinrichtung bei niedrigen Temperaturen im Vergleich zum vorherigen Wert erhöht wird.

**[0025]** Dadurch wird die Wärmeableitung reduziert und die Nutzung der Bauelement-Abwärme bzw. Verlustwärme zu Heizzwecken ermöglicht.

**[0026]** In einer vorteilhaften Weiterbildung werden mehrere derartige Vorrichtungen miteinander gekoppelt, um den Wärmewiderstand in mehr als einer Stufe temperaturabhängig zu verändern.

**[0027]** Durch die erfindungsgemäße Anordnung werden bei äußerst geringen Mehrkosten sowohl eine verbesserte Bauelement-Wärmeableitung bei höheren Außentemperaturen als auch eine verbesserte Bauelement-Erwärmung bei niedrigeren Außentemperaturen ermöglicht.

**[0028]** Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Anordnung wird eine Verringerung einer benötigten zusätzlicher Heizleistung ermöglicht, in einer Startphase ist eine betrachtete Baugruppe schneller betriebsbereit.

**[0029]** Durch die erfindungsgemäße Anordnung werden thermische Belastungen von temperaturempfindlichen Komponenten stark reduziert.

**[0030]** Die erfindungsgemäße Anordnung ist insbesondere bei temperaturempfindlichen optischen Transceivern, wie beispielsweise den bekannten SFP-Modulen, vorteilhaft einsetzbar. Derartige Module werden beispielsweise in so genannten "Remo-

te Radio Head, RRH"-Einheiten eingesetzt, die als abgesetzte Hochfrequenzeinheiten einer Basisstation antennenah betrieben werden. Diese SFP-Module enthalten einen VCSEL-Laser, dessen Funktion in einem Temperaturbereich von typischerweise  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $70^{\circ}\text{C}$  gewährleistet ist, während eine RRH-Einheit einen Betriebstemperaturbereich von typischerweise  $-45^{\circ}\text{C}$  bis ca.  $+60^{\circ}\text{C}$  aufweist.

**[0031]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

**[0032]** [Fig. 1](#) eine erste Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung,

**[0033]** [Fig. 2](#) eine auf [Fig. 1](#) bezogene zweite Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung, und

**[0034]** [Fig. 3](#) eine dritte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung in zwei Ansichten,

**[0035]** [Fig. 1](#) zeigt eine erste Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung zur Kühlung eines elektrischen Bauelements BE.

**[0036]** Das elektrische Bauelement BE ist mit einem Träger T, der beispielsweise als Substrat ausgebildet ist, verbunden. Zur Ableitung von Verlustwärme des Bauelements BE ist eine metallische erste Kühleinrichtung G vorgesehen, die mit dem Träger oder mit dem Bauelement BE wärmeleitend gekoppelt ist.

**[0037]** Vorteilhafterweise wird die erste Kühleinrichtung G durch eine hier nicht dargestellte Gehäusewand gebildet, an die das Bauelement für einen Außeneinsatz befestigt ist.

**[0038]** Weiterhin ist eine zur ersten Kühleinrichtung G beweglich gelagerte zweite Kühleinrichtung BWB vorgesehen, die hier als beweglicher, metallischer Bügel ausgestaltet ist. Die zweite Kühleinrichtung BWB ist um eine Achse A drehbar gelagert.

**[0039]** Die zweite Kühleinrichtung BWB ist mit einer temperaturabhängigen Bewegungseinrichtung BM, die als Bimetallstreifen ausgebildet ist, verbunden. Der Bimetallstreifen BM weist eine temperaturabhängige Form auf.

**[0040]** Bei Erhöhung einer Umgebungstemperatur verbiegt sich der Bimetallstreifen BM in Bewegungsrichtung BW, so dass die zweite Kühleinrichtung BWB mit der ersten Kühleinrichtung G wärmeleitend verbunden wird, bzw. auf die erste Kühleinrichtung G gepresst wird.

**[0041]** Durch diese Verbindung wird ein gesamter Wärmewiderstand, der aus den einzelnen Wärmewiderständen der ersten Kühleinrichtung G und der zweiten Kühleinrichtung BWB resultiert, reduziert.

**[0042]** Bei einem Unterschreiten einer vorbestimmten zweiten Temperatur verbiegt sich der Bimetallstreifen BM entgegen der Bewegungsrichtung BW, so dass die wärmeleitende Verbindung zwischen der ersten Kühleinrichtung G und der zweiten Kühleinrichtung BWB gelöst wird. Dadurch wird ein auf den verbundenen Zustand bezogener gesamter Wärmewiderstand erhöht.

**[0043]** Für den Fall, dass aufgrund der Umgebungstemperatur eine weitere Erwärmung des Bauelements benötigt wird, ist eine Heizeinrichtung HZE vorgesehen, die mit dem Bauelement BE wärmeleitend gekoppelt ist. Diese kann beispielsweise direkt auf dem Träger T angeordnet sein.

**[0044]** [Fig. 2](#) zeigt eine auf [Fig. 1](#) bezogene zweite Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung.

**[0045]** In dieser Variante ist die zweite Kühleinrichtung BWB über eine Feder F mit der Bewegungseinrichtung BM, die als Bimetallstreifen ausgebildet ist, verbunden. Die Feder F ist dabei vorgespannt.

**[0046]** Bei einer Erhöhung der Umgebungstemperatur verbiegt sich der Bimetallstreifen BM in Bewegungsrichtung BW21, so dass die Vorspannung der Feder F nachlässt. Dadurch bewegt sich die zweite Kühleinrichtung BWB in Bewegungsrichtung BW22, bis sie mit der ersten Kühleinrichtung G verbunden ist.

**[0047]** Durch die Feder F wird ein bistabiles Verhalten und damit ein exakt definierter Umschaltwinkel erreicht.

**[0048]** [Fig. 3](#) zeigt eine dritte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung in zwei Ansichten.

**[0049]** Das elektrische Bauelement BE ist mit dem Träger T, der beispielsweise als Substrat ausgebildet ist, verbunden. Zur Ableitung von Verlustwärme des Bauelements BE ist wiederum die metallische erste Kühleinrichtung G vorgesehen, die mit dem Träger T oder mit dem Bauelement BE wärmeleitend gekoppelt ist.

**[0050]** Vorteilhafterweise wird die erste Kühleinrichtung G durch eine hier nicht dargestellte Gehäusewand gebildet, an die das Bauelement für einen Außeneinsatz befestigt ist.

**[0051]** Weiterhin ist eine zur ersten Kühleinrichtung G beweglich gelagerte, keilförmige zweite Kühleinrichtung BWB vorgesehen.

**[0052]** Die keilförmige zweite Kühleinrichtung BWB ist zwischen dem Träger T und der ersten Kühleinrichtung G angeordnet und ist parallel zu der in [Fig. 3A](#) gezeigten Achse AA verschiebbar gelagert.

**[0053]** Die zweite Kühleinrichtung BWB ist mit der temperaturabhängigen Bewegungseinrichtung BM, die als Bimetallstreifen ausgebildet ist, verbunden.

**[0054]** Der Bimetallstreifen BM weist eine temperaturabhängige Form auf.

**[0055]** Bei Erhöhung der Umgebungstemperatur verbiegt sich der Bimetallstreifen BM in Bewegungsrichtung BW, so dass die keilförmige zweite Kühleinrichtung BWB stärker zwischen den Träger T und die erste Kühleinrichtung G geschoben wird. Dabei erhöht sich eine Auflagefläche zwischen dem ersten Kühlkörper G und dem zweiten Kühlkörper BWB, die über die Auflagefläche miteinander wärmeleitend verbunden sind.

**[0056]** Durch diese Verbindung wird ein gesamter Wärmewiderstand, der aus den einzelnen Wärmewiderständen der ersten Kühleinrichtung G und der zweiten Kühleinrichtung BWB resultiert, reduziert.

**[0057]** Bei einem Unterschreiten einer vorbestimmten zweiten Temperatur verbiegt sich der Bimetallstreifen BM entgegen der Bewegungsrichtung BW, so dass in Folge die Auflagefläche zwischen der keilförmigen zweiten Kühleinrichtung BWB und der ersten Kühleinrichtung G reduziert wird.

**[0058]** Dadurch wird die wärmeleitende Verbindung über die Auflagefläche verringert und ein auf den verbundenen Zustand bezogener gesamter Wärmewiderstand wird erhöht.

**[0059]** Für den Fall, dass aufgrund der Umgebungstemperatur eine weitere Erwärmung des Bauelements BE benötigt wird, ist wieder die Heizeinrichtung HZE vorgesehen, die mit dem Bauelement BE wärmeleitend gekoppelt ist.

## Patentansprüche

1. Anordnung zur Kühlung eines elektrischen Bauelements (BE), mit einem elektrischen Bauelement (BE), mit einem Träger (T) und mit einer ersten Kühleinrichtung (G),
  - bei der der Träger (T) mit dem elektrischen Bauelement (BE) verbunden ist,
  - bei der die erste Kühleinrichtung (G) mit dem Träger oder mit dem Bauelement (BE) wärmeleitend gekoppelt ist, wobei
    - eine zur ersten Kühleinrichtung (G) beweglich gelagerte Wärmeleiteinrichtung (BWB) vorgesehen ist, die temperaturabhängig mit der ersten Kühleinrichtung (G) wärmeleitend verbindbar ist, um einen gesamten Wärmewiderstand einer aus der ersten Kühleinrichtung und aus der Wärmeleiteinrichtung resultierenden Gesamtkühleinrichtung zu verändern, und wobei

– die Wärmeleiteinrichtung (BWB) um eine Achse (A) drehbar gelagert ist

oder

– die Wärmeleiteinrichtung (BWB) keilförmig und parallel zu einer Achse (AA) zwischen den Träger (T) und die erste Kühleinrichtung (G) einschiebbar ist, wobei sich beim Einschieben der keilförmigen Wärmeleiteinrichtung (BWB) eine Auflagefläche zwischen der ersten Kühleinrichtung (G) und der Wärmeleiteinrichtung (BWB) erhöht.

kennzeichnet, dass die Heizeinrichtung (HZE) auf dem Träger (T) angeordnet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeleiteinrichtung (BWB) mit einer Bewegungseinrichtung (BM) verbunden ist und die Bewegungseinrichtung (BM) eine temperaturabhängige Form aufweist.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bedingt durch die temperaturabhängige Form die Wärmeleiteinrichtung (BWB) beim Überschreiten einer vorbestimmten ersten Temperatur mit der ersten Kühleinrichtung (G) wärmeleitend verbunden ist, wobei durch die Verbindung der gesamte Wärmewiderstand reduziert wird.

4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass bedingt durch die temperaturabhängige Form bei einem Unterschreiten einer vorbestimmten zweiten Temperatur die wärmeleitende Verbindung zwischen der ersten Kühleinrichtung (G) und der Wärmeleiteinrichtung (BWB) gelöst ist, wobei durch die gelöste Verbindung ein erhöhter gesamter Wärmewiderstand gebildet wird.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die temperaturabhängige Bewegungseinrichtung (BM) ein Bimetallelement aufweist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bimetallelement streifenförmig ist.

7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kühleinrichtung (G) und/oder die Wärmeleiteinrichtung (BWB) aus Metall sind.

8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Veränderung des gesamten Wärmewiderstands mehrere um eine Achse drehbar gelagerte Wärmeleiteinrichtungen (BWB) mit der ersten Kühleinrichtung (G) koppelbar angeordnet sind.

9. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Heizeinrichtung (HZE) mit dem Bauelement (BE) wärmeleitend gekoppelt ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch ge-

FIG 1

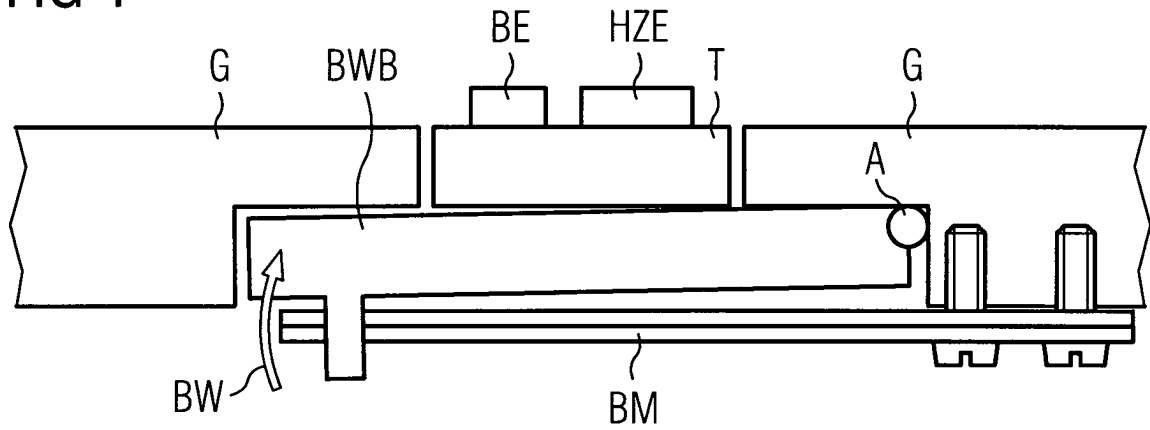
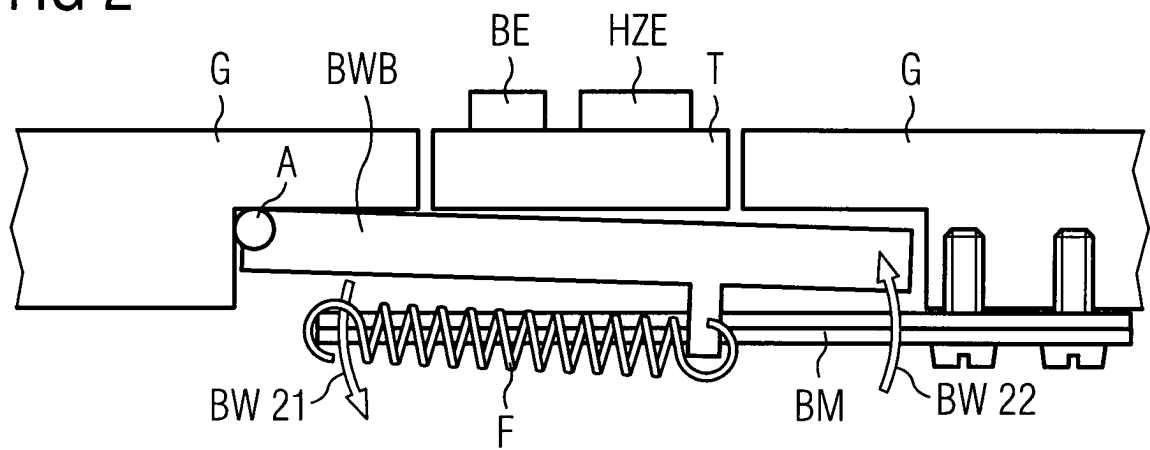
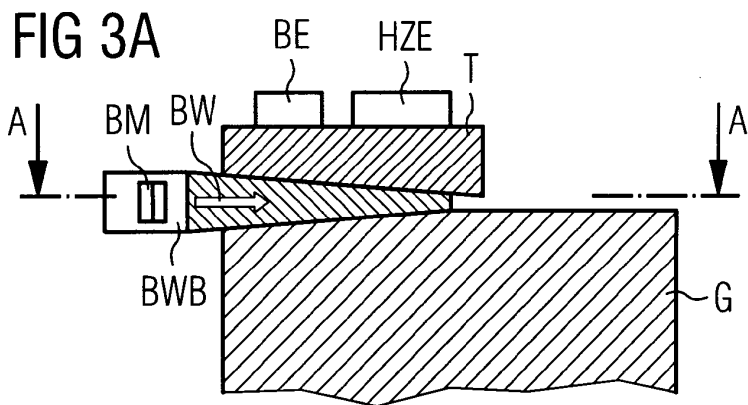
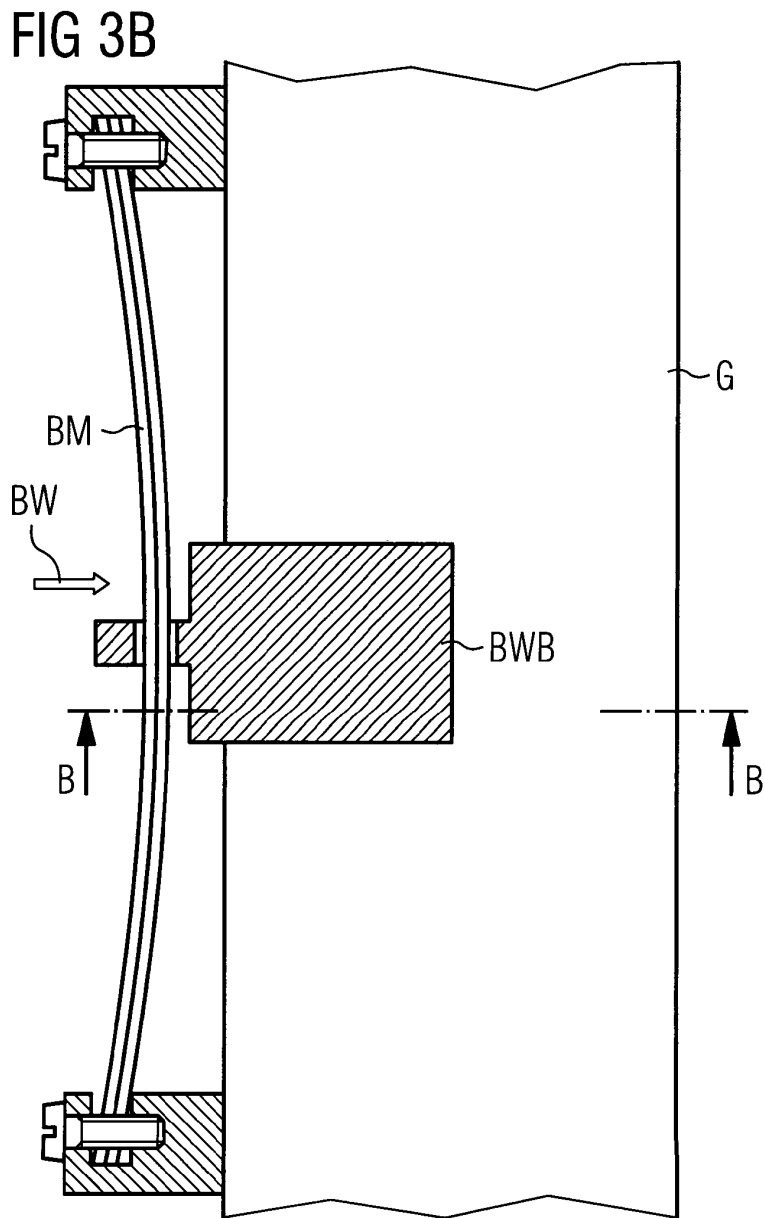


FIG 2





Schnitt entlang BB aus FIG 3B



Schnitt entlang AA aus FIG 3A