

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6860510号  
(P6860510)

(45) 発行日 令和3年4月14日 (2021.4.14)

(24) 登録日 令和3年3月30日 (2021.3.30)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 25/07 (2006.01)	HO 1 L 25/04 C
HO 1 L 25/18 (2006.01)	HO 1 R 13/24
HO 1 R 13/24 (2006.01)	

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-566357 (P2017-566357)	(73) 特許権者	505056845
(86) (22) 出願日	平成28年6月20日 (2016.6.20)		アーベーパー・シュバイツ・アーゲー
(65) 公表番号	特表2018-520517 (P2018-520517A)		ABB Schweiz AG
(43) 公表日	平成30年7月26日 (2018.7.26)		スイス、5400 バーデン、ブルッガー
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/064223		シュトラッセ、66
(87) 国際公開番号	W02016/207118		Bruggerstrasse 66,
(87) 国際公開日	平成28年12月29日 (2016.12.29)		5400 Baden, Switzer
審査請求日	令和1年5月29日 (2019.5.29)		land
(31) 優先権主張番号	15173145.2	(74) 代理人	110001195
(32) 優先日	平成27年6月22日 (2015.6.22)		特許業務法人深見特許事務所
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	ドゥガル, フランク
			スイス、8121 ベングレン、ゲルリス
			ブルネンシュトラッセ、41
		審査官	古川 哲也
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワー半導体モジュール用のばね要素

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

パワー半導体モジュール用のばね要素であって、前記ばね要素 (10) は、第1材料から作られた第1部品 (12) と、第2材料から作られた第2部品 (14) とを備え、前記第1材料は、前記第2材料とは異なり、前記第1部品 (12) は、第1コンタクト (16) を有する第1コンタクト部分 (26) と、第2コンタクト (18) を有する第2コンタクト部分 (28) との両方を含み、

前記第1部品 (12) は、前記第1コンタクト部分 (26) から前記第2コンタクト部分 (28) まで形成された、導電性経路を含み、前記第2部品 (14) は、パワー半導体モジュールの第1コンタクト領域 (30) に前記第1コンタクト (16) を押しつけるため、およびパワー半導体モジュールの第2コンタクト領域 (32) に前記第2コンタクト (18) を押しつけるために、前記第1コンタクト部分 (26) および前記第2コンタクト部分 (28) に対してばね力 ( $F_s$ ) を及ぼすように構成され、

前記第2部品 (14) は、第1押付け部分 (20) と、第2押付け部分 (22) と、前記第1押付け部分 (20) および前記第2押付け部分 (22) に前記ばね力 ( $F_s$ ) を与えるための変形部分 (24) とを含み、前記第1押付け部分 (20) は、前記変形部分 (24) をはさんで前記第2押付け部分 (22) と反対側に位置し、

前記変形部分 (24) によって及ぼされた前記ばね力 ( $F_s$ ) が、前記第1コンタクト部分 (26) に前記第1押付け部分 (20) を押し当てて、前記第2コンタクト部分 (28) に前記第2押付け部分 (22) を押し当てるように、前記第1コンタクト部分 (26)

10

20

）は、前記第 1 押付け部分（20）の近傍に位置し、前記第 2 コンタクト部分（28）は、前記第 2 押付け部分（22）の近傍に位置し、

前記第 1 押付け部分（20）、前記第 2 押付け部分（22）、前記第 1 コンタクト部分（26）、および前記第 2 コンタクト部分（28）のうちの少なくとも 1 つは、前記第 1 コンタクト部分（26）および前記第 2 コンタクト部分（28）に対して前記ばね力（ $F_s$ ）が作用する方向に対して、少なくとも部分的に実質的に垂直に続き、

前記第 1 押付け部分（20）は、前記第 1 コンタクト部分（26）によって、前記第 1 コンタクト部分（26）における前記ばね力（ $F_s$ ）の方向および反対方向、加えて、前記ばね力（ $F_s$ ）に対して実質的に垂直な、少なくとも 2 つの互いに反対の方向に、少なくとも部分的に囲まれ、

10

前記第 2 押付け部分（22）は、前記第 2 コンタクト部分（28）によって、前記第 2 コンタクト部分（28）における前記ばね力（ $F_s$ ）の方向および反対方向、加えて、前記ばね力（ $F_s$ ）に対して実質的に垂直な、少なくとも 2 つの互いに反対の方向に、少なくとも部分的に囲まれ、

前記第 1 部品（12）は、第 1 ブラケットを形成し、前記第 2 部品（14）は、第 2 ブラケットを形成し、

前記第 1 部品（12）は、少なくとも 1 つのフォームロック接続によって前記第 2 部品（14）に固定され、

前記ばね要素（10）は、前記第 1 部品（12）および前記第 2 部品（14）から構成され、

20

前記第 1 部品（12）は、一体形成され、

前記第 2 部品（14）は、前記第 1 部品（12）とは別個に一体形成される、ばね要素

#### 【請求項 2】

前記第 1 材料は、 $2 \cdot 0 \times 10^{-7} \text{ S/m}$  以上の電気伝導率を有する、請求項 1 に記載のばね要素。

#### 【請求項 3】

前記第 2 材料は、100 GPa 以上のヤング率によって定められるばね力を有する、請求項 1 または請求項 2 に記載のばね要素。

#### 【請求項 4】

30

前記第 1 材料は、銅、銀、およびアルミニウムからなる群から選択される、請求項 1 ~ 請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載のばね要素。

#### 【請求項 5】

前記第 2 材料は、鋼、鋼合金、銅合金、青銅合金、またはニッケル合金からなる群から選択される、請求項 1 ~ 請求項 4 のうちのいずれか 1 項に記載のばね要素。

#### 【請求項 6】

前記導電性経路は、前記第 1 ブラケットを形成し、前記変形部分（24）は、前記第 1 ブラケットを閉じる前記第 2 ブラケットを形成し、

前記第 1 ブラケットは、前記ばね力（ $F_s$ ）と実質的に垂直な方向において、前記第 2 ブラケットと対向している、請求項 1 ~ 請求項 5 のうちのいずれか 1 項に記載のばね要素

40

#### 【請求項 7】

前記第 1 押付け部分（20）は、前記第 1 コンタクト部分（26）に沿うように形成され、

前記第 2 押付け部分（22）は、前記第 2 コンタクト部分（28）に沿うように形成されている、請求項 1 ~ 請求項 6 のうちのいずれか 1 項に記載のばね要素。

#### 【請求項 8】

請求項 1 ~ 請求項 7 のうちのいずれか 1 項に記載のばね要素（10）を少なくとも 1 つ備える、パワー半導体モジュール。

#### 【請求項 9】

50

前記ばね要素(10)は、前記パワー半導体モジュールを制御するための制御経路の一部を形成する、請求項8に記載のパワー半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

技術分野

本発明は、パワー半導体モジュール用のばね要素に関する。本発明は、さらに、このようなばね要素を備えるパワー半導体モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

背景技術

高パワー半導体モジュールにおいて、モジュールにオンとオフの制御を行わせるために、電気制御経路が必要な場合が多い。この経路の電気抵抗率および電気伝導率は、通常、モジュールの切り替え動作に強い影響があるため、この経路が非常に良好な電気伝導を示すことが推奨される。

【0003】

高パワーモジュールの中には、アルミニウムまたは銅ワイヤボンドの助けを借りて、制御経路を簡単に実現できる種類のものがある。しかし、特に、圧接型モジュールについては、この制御経路は、圧接の助けを借りて実現される。現在、これらの圧接は、ほとんどの場合、銅ばねのような部品から作られる。しかしながら、銅は、ばね性能を有さないため、部品は、押しつけられると、すなわち、圧接を形成する場合、変形できるように比較的小さいものである必要がある。上述のばね性能がない場合は、コンタクト領域に対してこれらの部品が大きな力を及ぼすこともできなくなる。そのため、接触抵抗は、圧接に加えられる力に反比例するため、これらのコンタクトは非常に低い接触抵抗率は示さないが、それとは対照的に、電気伝導性は低下する可能性がある。

【0004】

ばね性能は、純銅ではなく合金を使用することによって大幅に改善できる。しかしながら、ベリリウムのような何らかの合金元素を添加することによって、材料の電気伝導性が低下する可能性があり、さらには、材料費が大幅に増加する可能性がある。

【0005】

標準的なばね鋼は、良好な機械的性質を示すことになるが、これらの鋼は、また、同等に高い電気抵抗率も示す。

【0006】

EP0989611B1から、小面積の個々のチップから形成されるパワー半導体モジュールであって、個々のチップの短絡ではモジュールが完全停止に陥らないパワー半導体モジュールが知られている。この従来技術によると、銀またはアルミニウムなど、適した材料から構成される層をシリコン半導体のメイン電極の一方または両方と直接接触させる。この層の材料によって、シリコンを有する共融合金を形成する場合がある。さらに、コンタクトスタンプがチップ同士を電氣的に接続する。

【0007】

文献EP2827366A1は、パワー半導体モジュールを記載している。このようなパワー半導体モジュールは、ばね要素を備え、ばね要素は、ばね要素を負荷プレートに直接または間接的に接続するための上部コンタクト領域と、ばね要素をパワー半導体デバイスに直接または間接的に接続するための下部コンタクト領域とを有し、ばね要素は、さらに、周方向に沿って位置する複数の溝であって、周方向に限定された溝を有し、溝によってばね要素のばね撓みがもたらされる。このようなばね要素は、一体ユニットとして形成されてもよく、さらには、銅からまたは銅を基準にして形成されてもよい。

【0008】

文献US2012/0211799A1は、パワー半導体モジュールを記載している。このようなパワー半導体モジュールは、ベースプレートの上に、ベースプレートから電気

10

20

30

40

50

的に絶縁された導電性領域を含む。さらに、導電性領域は接触ピストンによって接続されてもよいと記載されている。

【0009】

さらに、Helical Products Companyから出版された刊行物「The spring for the 21st century」では、可撓性を有するらせんとして形成されるばね要素が示されている。このようなばねは、ステンレス鋼、アルミニウム、チタン、合金、またはプラスチックなどの材料から形成される。

【0010】

さらに、EP1024530A1から、コンタクト要素を介して半導体チップを主コンタクトと接触させたパワー半導体モジュールが知られている。コンタクト要素は、2つのコンタクト領域を含み、それらの間に大きな渦巻きばねが設けられている。

10

【0011】

しかしながら、従来技術に係る解決策には、依然として改善の可能性がある。

EP1024530A1は、パワー半導体モジュール用のばね要素を記載しており、ばね要素は、第1材料から作られた第1部品と、第2材料から作られた第2部品とを含む。第1部品は、第1コンタクトを有する第1コンタクト部分と、第2コンタクトを有する第2コンタクト部分との両方を含み、第1部品は、第1コンタクト部分から第2コンタクト部分まで形成された、導電性経路を含む。第2部品は、パワー半導体モジュールの第1コンタクト領域に第1コンタクトを押しつけるため、およびパワー半導体モジュールの第2コンタクト領域に第2コンタクトを押しつけるために、第1コンタクト部分および第2コンタクト部分に対してばね力を及ぼすように構成される。

20

【0012】

また、DE2725847A1にも、パワー半導体用のばね要素が記載されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

発明の開示

本発明の目的は、従来技術から知られている欠点の少なくとも1つを、少なくとも部分的に防ぐための対策を提供する。本発明の目的は、具体的には、良好なばね力および良好な電気伝導性の両方を示す圧接を有するパワー半導体モジュールを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0014】

この目的は、独立請求項1に記載のばね要素によって実現される。さらに、この目的は、独立請求項13に記載のパワー半導体モジュールによって解決される。有利な実施形態は、従属請求項に記載されている。

【0015】

具体的には、本発明は、パワー半導体モジュール用のばね要素を提供し、当該ばね要素は、第1材料から作られた第1部品と、第2材料から作られた第2部品とを備え、第1材料は、第2材料とは異なり、第1部品は、第1コンタクトを有する第1コンタクト部分と、第2コンタクトを有する第2コンタクト部分との両方を含み、第1部品は、第1コンタクト部分から第2コンタクト部分まで形成された、導電性経路を含み、第2部品は、パワー半導体モジュールの第1コンタクト領域に第1コンタクトを押しつけるため、およびパワー半導体モジュールの第2コンタクト領域に第2コンタクトを押しつけるために、第1コンタクト部分および第2コンタクト部分に対してばね力を及ぼすように構成される。

40

【0016】

このようなパワー半導体モジュール用のばね要素は、特に、パワー半導体モジュールの2つのコンタクト領域の間に圧接を形成してもよいため、たとえば、圧接型パワー半導体モジュールにおける電気接続を形成または閉じてよい。ばね要素は、パワー半導体モジュールの制御経路を閉じるために、または当該制御経路の一部として、このように形成されてもよい。制御経路は、たとえば、パワー半導体デバイスの切り替え処理を制御するよ

50

うに機能してもよい。

【0017】

記載のばね要素は、一体形成されない。しかし、少なくとも2つの異なる部品を含み、さらに、2つの異なる材料を含む。詳細には、ばね要素は、第1部品と、第2部品とを含む。第1部品は、第1材料から形成され、第2部品は、第2材料から形成される。第1材料は、第2材料とは異なる。

【0018】

第1部品は、第1コンタクトを有する第1コンタクト部分と、第2コンタクトを有する第2コンタクト部分との両方を含み、第1部品は、第1コンタクト部分から第2コンタクト部分まで、すなわち、第1部品の第1コンタクトから第2コンタクトまで形成された、導電性経路を含む。

10

【0019】

パワー半導体モジュールにおける、ばね要素によって接続されなければならないそれぞれのコンタクトの第1コンタクト領域と第2コンタクト領域とを電氣的に接続するために第1部品が設けられるように、第1コンタクト部分は、第2コンタクト部分の反対側に位置することが好ましい。これは、第1部品が第1コンタクト部分と第2コンタクト部分との間、すなわち、ばね要素が作用状態である場合の第1コンタクト領域と第2コンタクト領域との間に導電性経路を備えるので、特に可能である。

【0020】

言い換えると、ばね要素は、2つのコンタクトを含み、当該コンタクトは、コンタクト領域または接点と接触するように設計されている。そのため、第1部品のコンタクトおよびコンタクト部分を、特に、接触するそれぞれのコンタクト領域の形状および表面特性に適合させてもよい。さらに、ばね要素のそれぞれのコンタクト部分およびパワー半導体モジュールのコンタクト領域の大きさを、所望の電流容量に適合させてもよい。言い換えると、コンタクトがコンタクト領域と接触する領域を、電流容量を提供できる当該コンタクトの抵抗率に適合させてもよい。

20

【0021】

第2部品は、具体的には、パワー半導体モジュールの第1コンタクト領域に第1コンタクトを押しつけるため、および第2コンタクト領域に第2コンタクトを押しつけるために、第1コンタクト部分および第2コンタクト部分に対してばね力を及ぼすために設けられている。これは、第1コンタクト部分および第2コンタクト部分が第1部品の互いに異なる端部に設けられているという点で特に有利に実現できる。そのため、ばね要素は、圧接を形成するように機能する。

30

【0022】

第1部品および第2部品のそれぞれの材料は、上に言及した要件を満たすように選択される。詳細には、特に、第1材料は、第2材料と比較して高い電気伝導性を有し、第2材料は、第1材料と比較して大きなばね力またはばね復元力を有する。

【0023】

特に、パワー半導体モジュールの制御経路などに圧接を形成するためのこのようなパワー半導体モジュール用のばね要素によって、従来技術の解決策よりもかなり大きな利点を提供できる。

40

【0024】

詳細には、ばね要素の本解決策は、スプリングコンタクトの一般的に異なる2つの要件、すなわち、良好な伝導性および良好なばね力の両立を実現するので、従来技術のそれぞれの欠点を実質的に防ぎつつ、その利点を維持できる。言い換えると、本発明は、効果的なスプリングコンタクトに必要な、従来技術によると両立させにくい両方の要件を達成するように機能する。

【0025】

第1部品および第2部品が異なる要件を満たすために設けられ、互いに異なる材料から形成されるため、それぞれの材料をそれぞれの目的に適合させてもよい。

50

## 【 0 0 2 6 】

従来技術からわかっているように、条件にかなった電気伝導性および条件にかなったばね力の両方を両立させる 1 つの材料を有する必要はない。それとは対照的に、良好なばね力および良好な電気伝導性の両方を実現できる。これによって、その状況では、ばね要素の作用の働きを大幅に向上できる。

## 【 0 0 2 7 】

従来技術によると、良好な電気伝導性と良好なばね力との間で妥協しなければならない場合が多い。しかしながら、条件にかなった結果がすべての用途において得られるわけではない。

## 【 0 0 2 8 】

しかしながら、本発明によると、ばね要素の内部の良好な電気伝導性に集中してしまい、ばね力が低減してしまう可能性、またはその逆の場合を防ぐことができる。従来技術に係るこのような解決策は、その状況では、寿命の低下および信頼性の低下につながり得る。

## 【 0 0 2 9 】

それとは対照的に、本発明によると、2 つの異なる部品を使用することによって、電流経路とばね性能との分離を実現した。そのため、使用される部品および材料の各々を、それぞれの要件に適合させている。実際には、良好なばね力と良好な電気伝導性との両方を実現できる。そのため、ばね要素の内部の、または第 1 部品を介した良好な電気伝導性を実現できるが、これは、第 1 材料および第 2 材料をそれぞれ適合させることによって、大きな圧接力を両立できる。結果として、ばね要素と、パワー半導体モジュールの対応するコンタクト領域との間の接触抵抗率も低く維持できる。その結果、低い接触抵抗によって、ばね要素とコンタクト領域との間のコンタクト部分における伝導性の高い電流経路も可能になる。

## 【 0 0 3 0 】

両方の部品を連結すると、非常に好都合かつ有望な方法で 2 つの異なり相反する課題を達成する 1 つのばね要素になる。2 つの部品を、これによって、フォームクロージャ、牽引、接着、または溶接もしくははんだ付けなどのさらなる固定工程によって、互いに固定できる。これによって、パワー半導体モジュールの特に簡単な組み立てが可能になる。

## 【 0 0 3 1 】

導電性経路の寿命および信頼性が向上できる。その結果、パワー半導体モジュール全体の寿命および信頼性、すなわち、安全性が向上する。

## 【 0 0 3 2 】

上記とは別に、このようなばね要素は、従来技術のばね要素と比較してかさばらないようにできるというさらなる利点を有し得る。そのため、わずかな空き容量しかない場合の用途においても同様に使用できる。前述の構成によって、ばね要素は、少ない空間要件であっても、良好な力およびばね性能を適用できる。

## 【 0 0 3 3 】

これに加えて、上述のばね要素は、コストをかなり削減して製造でき、さらに、主に 2 つの部品から構成できるので、組立てが非常に簡単である。そのため、このようなばね要素の製造方法およびコストは、かなり大きな利点を呈し得る。

## 【 0 0 3 4 】

特に、制御経路の一部になるようにばね要素が構成されている場合、ばね要素は、10 A を下回るような低い電流しか通す必要がなく、25 V を下回るような比較的低い電圧しか対応する必要がない。そのため、この制御経路、したがって、ばね要素は、ロバスト性を有する電気構造である必要はない。そのため、ばね要素は、小さな寸法で形成でき、さらにはコストを削減できる。

## 【 0 0 3 5 】

さらに、第 1 コンタクト領域に第 1 コンタクトを押しつけるため、および第 2 コンタクト領域に第 2 コンタクトを押しつけるために、第 1 コンタクトおよび第 2 コンタクトに対

10

20

30

40

50

してばね力を及ぼすための第2部品が設けられているので、このようなばね要素は、非常に簡単に製造できる。実際には、非作用状態の第2部品、すなわち、第2部品がばね力を及ぼさないまたはわずかなばね力しか及ぼさない場合の第2部品に第1部品を固定してもよい。しかしながら、ばね要素の第2部品がばね力を及ぼす場合、第2部品は、第1部品に押し当たるため、2つの部品を互いに固定する。そのため、ばね力を利用して、非作用状態の第1部品および第2部品、すなわち、ばね要素が独立した部品であってパワー半導体モジュールにおいて組立てられていない場合の第1部品および第2部品を固定できる。その結果、第1部品および第2部品のそれぞれをパワー半導体モジュールに配置するだけで、自己集合が実現できる。

【0036】

10

第1部品または第1材料は、パワーモジュールにおいてばね要素を簡単に組立てできるように可撓性を有し、柔軟性があるという利点があることを明らかにした。

【0037】

さらに、第1部品のコンタクト部分に対して作用しているばね力の方向において第1部品またはそのコンタクトが第2部品の外側に位置するように、第2部品の少なくとも一部を第1部品が抱持または取り囲んでもよい。さらに、これは、しっかりした固定を得るために、第1部品が第2部品または後者の1つ以上の部分を抱持または取り囲むという点で実現できる。これによって、ばね要素がパワー半導体デバイス内に位置していない状態であっても、特に簡単に自己集合を形成できる。

【0038】

20

第1部品は第1コンタクトと第2コンタクトとの両方を含むことがさらに有利である。特に、これによると、限られた数の部品を用いてばね要素を形成でき、簡単かつコストを削減した製造工程が可能になる。それとは別に、第1部品において、互いに異なる部品同士の接続が存在しないため、伝導性は特に高い可能性がある。それとは対照的に、電流が一方の部品および一方の材料に完全に流れ、特に低抵抗の電流経路を形成できる。

【0039】

しかしながら、いずれの理由にせよ、ばね要素のコンタクトとそれぞれのコンタクト領域との間に電気導体を配置することが可能である。

【0040】

要約すると、上述のばね要素は、簡単に製造でき、コストを削減できる。さらに、低抵抗の電流経路と、それぞれのコンタクトに大きな力を加えることができる良好なばね性質との両立が可能であり、パワー半導体モジュール用の低抵抗の圧接が可能になる。

30

【0041】

実施形態によると、第2部品は、第1押付け部分と、第2押付け部分と、第1押付け部分および第2押付け部分にばね力を与えるための変形部分とを含み、第1押付け部分は、変形部分をはさんで第2押付け部分と反対側に位置し、変形部分によって及ぼされたばね力が、第1コンタクト部分に第1押付け部分を押し当てて、第2コンタクト部分に第2押付け部分を押し当てる、具体的には、互いに反対の方向に作用するように、第1コンタクト部分は、第1押付け部分の近傍に位置し、第2コンタクト部分は、第2押付け部分の近傍に位置する。

40

【0042】

この実施形態によると、第2部品の両端部の各々に押付け部分が設けられる。押付け部分は、各々、第1部品のコンタクト部分に対してばね力を及ぼすように機能し、その結果、パワー半導体モジュールのそれぞれのコンタクト領域に第1部品のコンタクト部分を押し当てることが可能になる。

【0043】

ばね力は、変形部分によって形成され得る。変形部分は、及ぼされるばね力の方向において、押付け部分の間に設けられる。実際には、変形部分は共に押しつけられるため、具体的には、第1押付け部分から第2押付け部分へ向かう方向および/またはその逆の方向に変形または圧縮され得る。大きなばね力を有する第2材料の性質のため、このような変

50

形は、押付け部分、すなわち、コンタクト部分に対してばね力または復元力を及ぼすことができる。これによって、上述の圧接の形成が可能になる。

【0044】

特に、このような実施形態によって、簡単かつコストを削減した製造可能性を提供でき、さらには、大きなばね力と低抵抗の導電性経路との効果的な両立を可能にできる。

【0045】

さらに、変形部分は、大きなばね力を及ぼすように形成および構成されてもよく、押付け部分は、第1部品のコンタクト部分に対して効果的に接触するように設計されてもよく、押付け部分が必ずばね力を及ぼさなければならないわけではない。そのため、特に、この実施形態によると、1つ1つの押付け部分の効果的な適合性およびそれらの形状のおかげで、特に明確かつ十分に予測可能な圧接を実現できる。よって、押付け部分および変形部分は、均質に形成される部品のパーツではないものの、所望の性質を実現するために互いに異なる形状および形態を有するという利点があることを明らかにした。

【0046】

さらなる実施形態によると、第1押付け部分、第2押付け部分、第1コンタクト部分、および第2コンタクト部分のうちの少なくとも1つは、コンタクト部分に対してばね力が作用する方向に対して、少なくとも部分的に実質的に垂直に続く。本発明に係る実質的に垂直とは、45°以上135°以下の角度、具体的には、70°以上110°以下の角度を具体的に意味するものとし、たとえば、80°以上100°以下である。この実施形態によって、特に低い抵抗率を有する導電性経路を提供できる。これは、主に、ばね要素とそれぞれのコンタクト領域との間の接触が、同等に大きな膨張度を有し得、さらには、低抵抗接触につながる大きな押圧力を有し得るためである。しかしながら、これは、依然として、簡単かつコストを削減した製造方法と両立でき、ばね要素のコンパクトかつスペースをとらない構成と両立できる。

【0047】

したがって、第1押付け部分、第2押付け部分、第1コンタクト部分、および第2コンタクト部分は、少なくとも部分的に、互いに平行に続き得ることが好ましく、さらに、モジュールに組立てられた状態では、コンタクト部分が接触し得るパワー半導体デバイスのコンタクト領域に対して平行に続き得ることが好ましい。

【0048】

さらなる実施形態によると、第1部品は、第1ブラケットを形成し、第2部品は、第2ブラケットを形成する。詳細を包括的に後述するが、第1ブラケットと第2ブラケットとは、特に有利な方法で、互いに固定できる。

【0049】

この実施形態によると、第1ブラケットは、低抵抗の電流経路を形成するために設けることができ、第2ブラケットは、ばね力を生成するために設けることができる。第1ブラケットは、高い可撓性を可能にする構成を有し、ブラケットの各端部領域に1つのコンタクト部分を有する、という利点がある。このような低抵抗のブラケットが良好なばね力性質を持つ必要がなくて済むように、すなわち、その状況では、大きなばね力をもたらさなくてもよいように、大きなばね力を有する材料から形成できる第2ブラケットを、ばね力を及ぼすための第2の対応する部品として設けることができる。

【0050】

特に、ブラケットを第1部品および第2部品として用いることによって、ばね要素は、従来技術の解決策と比較してかさばらないように形成できる。

【0051】

本発明の意味におけるブラケットは、ベルト状の部品または帯状の部品を具体的に意味するものとし、一般的に、円形、楕円形、または矩形の断面など、いかなる断面を有してもよいが、これらに限定されない。ブラケットの範囲は、以下のとおりでもよい。ブラケットを形成するベルト状構造は、厚さが、0.1mm以上1.5mm以下の範囲、たとえば0.2mm以上1mm以下、0.5mmなどでよく、幅が、0.5mm以上30mm以



下の範囲、たとえば、2 mm以上20 mm以下でよく、長さが、5 mm以上25 mm以下の範囲、たとえば、10 mm以上20 mm以下、15 mmなどでよい。上に言及した値は、本発明を限定するものではない。

【0052】

第1部品または第1ブラケットは、具体的には、ブラケットの長さ方向に延びた部分の両側の端部領域で第1コンタクト領域および第2コンタクト領域の両方と接触するための接触を形成できるように、形成される。圧接を形成することによって導電性経路を閉じるために、パワー半導体モジュールのそれぞれのコンタクト領域に第1コンタクトおよび第2コンタクトが、各々、押し当てられるようなばね力を及ぼすように、第2部品または第2ブラケットが形成され得る。

10

【0053】

ブラケットの各々、特に、第2ブラケットは、半円形の構成またはS字形の構成などを実質的に形成でき、たとえば、特に第2部品は、このような半円形またはS字形の構成により、適切な復元力またはばね力を反対方向に生じさせるという役割を果たすことができる。そのため、このような構成は、上述したような変形部分を形成できる、または、上述したような変形部分の一部になり得る。

【0054】

各ブラケットの形状によって、ブラケットが互いに取付けられ、良好な電気経路および良好なばね性能をもたらす1つの部品として協働できる。よって、これらの2つのブラケットの連結は、外側の第1ブラケットが両方の接触において第2ブラケットを圧迫することを可能にする綿密な形状調整の結果であり得る。互いに押しつけられると、鋼製ブラケットは、第1ブラケットのはみ出た部分に押しつけられて、詳細を上述したような取付けを強化する。ブラケットを形成するベルト状の材料の長さ方向に延びた部分に関して、第1ブラケットのコンタクト部分の端部が、第2ブラケットの押付け部分の端部よりも突出し得ることが好ましい。これによって、特にしっかりした固定が可能になる。

20

【0055】

さらに、2つのブラケットから形成されるばね要素は、その簡単な組立て、およびこのようなばね要素を形成するために必要な材料が少して済むため、特にコストを削減して形成できる。

【0056】

さらなる実施形態によると、第1部品は、摩擦接続およびフォームロック接続のうちの少なくとも1つによって、第2部品に固定される。

30

【0057】

この実施形態によると、ばね要素がパワー半導体モジュールにおいてコンタクト領域と接触して配置されていない状態、すなわち、独立した部品であっても、第1部品および第2部品を互いに固定できる。これによって、2つの部品が1つの部品として共に作用し、特に簡単にパワー半導体モジュールに組立てることができるため、ばね要素の特に簡単な加工が可能になる。そのため、パワー半導体デバイスの製造工程を改善できる。

【0058】

この実施形態は、摩擦接続およびフォームロック接続のうちの少なくとも1つによって第1部品が第2部品に固定されている場合に、特に有利であり得る。これによって、互いに接触させて配置するだけで2つの部品を固定することが可能であるため、それぞれの固定が可能になる。たとえば、一方の部品が他方の部品に押しつけられるまたはクランプ締結できる。これによって、さらなる固定方法を実行しなくて済み、それぞれの要素を位置決めする際に自動的に固定が形成されるので、ばね要素の、すなわち、パワー半導体モジュールの特に簡単な組立ても可能になる。これによって、ばね要素がコンタクト領域に接触していない状態であっても、コンタクト部分に対して作用するばね力により、固定力を与えられる。

40

【0059】

たとえば、コンタクト部分またはその一部が、上述したような押付け部分またはその一

50

部を少なくとも部分的に抱持または囲む場合、フォームロック接続をもたらし得る。

【0060】

しかしながら、これに代えて、またはこれに加えて、第1部品と第2部品との摩擦接続が実現され得ると、さらに有利であり得る。これに関しては、独立した部品としての第2部品から第1部品に及ぼされ得る小さなばね力は、このような固定を実現するのに既に十分であり得る。

【0061】

第1部品を用いて第2部品を囲むことが、それぞれのコンタクト部分におけるばね力の方向およびその反対方向、加えて、ばね力に対して実質的に垂直な、少なくとも2つの互いに反対の方向において実現され得る場合、特に有利であり得る。これは、たとえば、コンタクト部分および押付け部分の両方が実質的に楕円形状を有し、好ましくは、互いに触れ合っているという点で実現され得、楕円形状は、ばね力に対して実質的に垂直である楕円形状のまっすぐな部分と、まっすぐな部分に続く、すなわち、まっすぐな部分に隣接して設けられる2つの半円形部分とを含み、楕円形状は開口しており、第2部品がその開口部を通して続く。

【0062】

さらなる実施形態によると、ばね要素は、第1部品および第2部品から構成される。この実施形態によって、特に簡単かつコストを削減したばね要素の製造が可能になる。実際には、ばね要素の部品は、わずか2つにまで減らすことができる。そのため、2つの要素が互いに所望の構成にされる場合、ばね要素は、いつでもパワー半導体モジュールに組立てできるようになっている。それとは別に、このようなばね要素は、従来技術の解決策と比較して、少ない材料で、すなわち、軽量で、かなりかさばらないように形成できる、すなわち、特に低い空間要件を有する。

【0063】

さらなる実施形態によると、第1部品および第2部品は、各々、一体形成される。この実施形態は、やはり、特にコストを削減した製造工程を提供できる。これは、主に、このような第1部品および第2部品は、第1部品および第2部品の各々を形成するために複数の部品を組立てずに済むので、簡単に、かつコストを削減して形成できるためであり得る。

【0064】

さらなる実施形態によると、第1材料、すなわち、第1部品は、 $2 \cdot 0 \times 10^7 \text{ S/m}$ 以上の電気伝導率を有してもよい。これは、ASTM B193-02(2014)またはASTM E10047-09に準拠して定められてもよい。これに代えて、またはこれに加えて、第2材料、すなわち、第2部品は、100 GPa以上のヤング率によって定められるばね力を有してもよい。これは、ASTM E111-04(2010)に準拠して定められ得る。特に、この実施形態によると、特に効果的、かつ低抵抗の圧接が形成できるため、低抵抗の電流経路を提供できる。さらに、材料の内部の導電性経路は、高い伝導性を有することができる。そのため、電流容量は、特に高くなり得、形成された経路に対する低電流の印加および高電流の印加の両方を可能にする。

【0065】

第1材料は、銅、銀、およびアルミニウムからなる群から選択されてもよい。これに代えて、またはこれに加えて、第2材料は、鋼、鋼合金、銅とベリリウムとの合金などの銅合金、青銅と蛍光体との合金などの青銅合金、またはヘインズインターナショナル社製のハステロイ(Hastelloy(登録商標))という名称で知られているものなどのニッケル合金からなる群から選択されてもよい。銅は良好な電気伝導性を示すのに対して、鋼は大きなばね力を示すため、特に、上記材料または材料の組み合わせは、低抵抗の経路を呈し得る。

【0066】

記載のばね要素のさらなる技術的特徴および利点について、パワー半導体モジュールの説明、図面、および図面の説明を参照する。また、その逆の場合もある。

## 【 0 0 6 7 】

本発明は、さらに、パワー半導体モジュールに関し、当該パワー半導体モジュールは、詳細を上述したようなばね要素を少なくとも1つ備える。ばね要素が、たとえば、パワー半導体デバイスの切り替え動作といったパワー半導体モジュールの作用状態など、パワー半導体モジュールを制御するための制御経路の一部を形成することが特に有利であり得る。これによると、導電性床板または接地板と、導電性天板との間にばね要素が位置してもよい。さらに、ばね要素は、少なくとも、パワー半導体デバイスのゲートコンタクトと接触する片側に位置してもよい。ゲートコンタクトピンを形成でき、ばね要素の反対側は、導電性天板と接触していてもよい。前に言及した接地板および天板、またはゲートコンタクトは、ばね要素のそれぞれのコンタクトと接触するコンタクト領域をそれぞれ含んでもよい。

10

## 【 0 0 6 8 】

純粋な電気接続の提供に次いで、上述のような圧接は、モジュールの異なる部品同士のいかなる取付け不良、非平面性、および高さ違いを補償するように機能し得る。

## 【 0 0 6 9 】

要約すると、このようなパワー半導体モジュールは、従来技術の解決策と比較して、コストを削減して生産可能であり、かつ、かさばらない圧接を提供できる。

## 【 0 0 7 0 】

記載のパワー半導体モジュールのさらなる技術的特徴および利点について、ばね要素の説明、図面、および図面の説明を参照する。また、その逆の場合もある。

20

## 【 0 0 7 1 】

本発明の主題のさらなる特徴、特性、および利点は、従属請求項、本発明に係るばね要素の実施形態および例を例示する図面、および以下の図面ならびに実施例の説明に開示される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 7 2 】

【図 1】本発明に係るばね要素の実施形態を示す図である。

【図 2】パワー半導体モジュールにおける図 1 に係るばね要素を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 7 3 】

## 発明の詳細な説明

図 1 は、本発明に係るばね要素 10 の実施形態を示す図であり、図 2 は、パワー半導体モジュールにおけるばね要素 10 を示す図である。ばね要素 10 は、具体的には、パワー半導体モジュール内に取付けるのに適し、特に、パワー半導体モジュールの制御経路において圧接を形成するのに適する。

30

## 【 0 0 7 4 】

ばね要素 10 は、第 1 材料から作られた第 1 部品 12 と、第 2 材料から作られた第 2 部品 14 とを含み、第 1 材料は、第 2 材料とは異なる。詳細には、第 1 材料は、銅、銀、およびアルミニウムからなる群から選択されてもよく、および/または第 2 材料は、銅、銅合金、銅合金、青銅合金、またはニッケル合金からなる群から選択されてもよい。たとえば、第 1 部品 12 は、銅から形成されてもよく、第 2 部品 14 は、銅から形成されてもよい。

40

## 【 0 0 7 5 】

さらに、ばね要素 10 が第 1 部品 12 および第 2 部品 14 から構成され、第 1 部品 12 および第 2 部品 14 の両方は、一体形成されており、さらに、ブラケットとして形成されていることが示されている。そのため、これ以上の部品は不要である。

## 【 0 0 7 6 】

第 1 部品 12 は、第 1 コンタクト 16 を有する第 1 コンタクト部分 26 と、第 2 コンタクト 18 を有する第 2 コンタクト部分 28 との両方を含み、第 1 部品 12 は、第 1 コンタクト部分 26 から第 2 コンタクト部分 28 まで形成された、導電性経路を含む。

50

## 【 0 0 7 7 】

第 2 部品 1 4 は、第 1 コンタクト領域 3 0 に第 1 コンタクト 1 6 を押しつけるため、および第 2 コンタクト領域 3 2 に第 2 コンタクト 1 8 を押しつけるために、第 1 コンタクト部分 2 6 および第 2 コンタクト部分 2 8 に対してばね力  $F_s$  を及ぼすように構成される。第 1 コンタクト領域 3 0 は、天板の一部であってもよく、第 2 コンタクト領域 3 2 は、たとえば、ゲートコンタクトまたは接地板の一部であってもよい。

## 【 0 0 7 8 】

詳細には、第 2 部品 1 4 は、第 1 押付け部分 2 0 と、第 2 押付け部分 2 2 と、第 1 押付け部分 2 0 および第 2 押付け部分 2 2 に対してばね力  $F_s$  を与えるための変形部分 2 4 とを含み、第 1 押付け部分 2 0 は、変形部分 2 4 をはさんで第 2 押付け部分 2 2 の反対側に位置する。さらに、変形部分 2 4 によって及ぼされたばね力  $F_s$  が第 1 コンタクト部分 2 6 に第 1 押付け部分 2 0 を押し当て、第 2 コンタクト部分 2 8 に第 2 押付け部分 2 2 を押し当てる、すなわち、コンタクト領域 3 0、3 2 に第 1 コンタクト部分 2 6 および第 2 コンタクト部分 2 8 をそれぞれ押し当てるように、第 1 コンタクト部分 2 6 は、第 1 押付け部分 2 0 の近傍に位置し、第 2 コンタクト部分 2 8 は、第 2 押付け部分 2 2 の近傍に位置する。

10

## 【 0 0 7 9 】

さらに、第 1 押付け部分 2 0、第 2 押付け部分 2 2、第 1 コンタクト部分 2 6、および第 2 コンタクト部分 2 8 は、ばね力  $F_s$  が第 1 コンタクト部分 2 6 および第 2 コンタクト部分 2 8 に対して作用する方向に対して、少なくとも部分的に実質的に垂直に続くことが

20

## 【 0 0 8 0 】

さらに、コンタクト部分 2 6、2 8 および押付け部分 2 0、2 2 の両方は、実質的に楕円形状を有し、互いに触れ合ってその楕円形状を続けていることが好ましいことがわかる。楕円形状は、ばね力  $F_s$  に対して実質的に垂直である楕円形状のまっすぐな部分を形成するコンタクト 1 6、1 8 と、まっすぐな部分に続いて、すなわち、まっすぐな部分に隣接して設けられる 2 つの半円形部分 1 7、1 9 とを含む。楕円形状は、変形部分 2 4 に向かう方向に、それぞれ開口部 2 1、2 3 によって開口しており、第 2 部品 1 4 がその開口部を通して続く。

## 【 0 0 8 1 】

30

これによって、それぞれのコンタクト部分 2 6、2 8 におけるばね力  $F_s$  の方向、およびその反対方向、加えて、ばね力  $F_s$  に対して実質的に垂直である、少なくとも 2 つの互いに反対の方向に、第 1 部品 1 2 のコンタクト部分 2 6、2 8 を用いて第 2 部品 1 4 の押付け部分 2 0、2 2 を囲むことを実現できる。

## 【 0 0 8 2 】

本発明は、図面および上述の説明において詳細に図示され説明されたが、このような図示および説明は例証または例示的であって、制限的ではないとみなすべきである。本発明は、開示の実施形態に限定されない。開示の実施形態に対するその他の変更は、当業者が、図面、開示、および請求項の検討に基づいて請求項に記載の本発明を実施することによって理解され、実現され得る。請求項において、「含む / 有する」という語は、その他の構成要素やステップを除外せず、不定冠詞「a」または「an」は、複数を除外しない。特定の手段が互いに異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利に使用できないことを示さない。請求項における参照符号は、いずれも本発明の範囲を限定するものと解釈されるべきでない。

40

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 8 3 】

参照符号の一覧

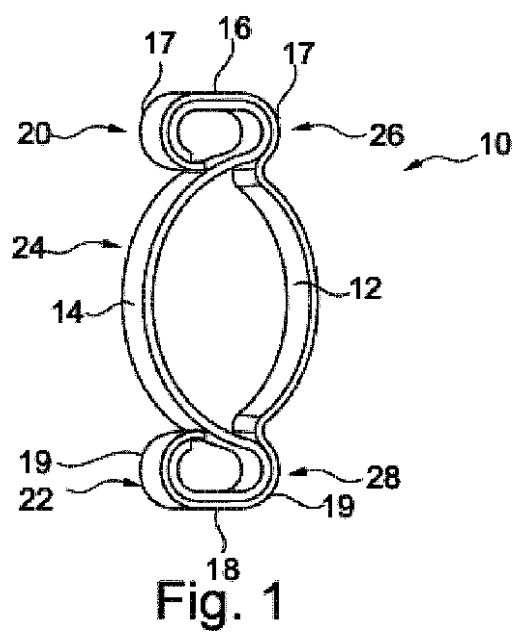
- 1 0      ばね要素
- 1 2      第 1 部品
- 1 4      第 2 部品

50

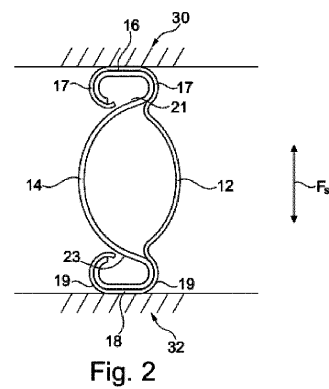
- 1 6 第 1 コンタクト
- 1 7 半円形部分
- 1 8 第 2 コンタクト
- 1 9 半円形部分
- 2 0 第 1 押付け部分
- 2 1 開口部
- 2 2 第 2 押付け部分
- 2 3 開口部
- 2 4 変形部分
- 2 6 第 1 コンタクト部分
- 2 8 第 2 コンタクト部分
- 3 0 第 1 コンタクト領域
- 3 2 第 2 コンタクト領域
- F<sub>s</sub> ばね力

10

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2013 - 102065 (JP, A)  
特開 2000 - 223658 (JP, A)  
特開 2013 - 062483 (JP, A)  
特開 2015 - 109138 (JP, A)  
米国特許出願公開第 2014 / 0146487 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	25 / 00	-	25 / 07
H01L	25 / 10	-	25 / 11
H01L	25 / 16	-	25 / 18
H01R	13 / 24		