

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-196894

(P2006-196894A)

(43) 公開日 平成18年7月27日(2006.7.27)

(51) Int.CI.

H01L 23/36 (2006.01)
H01L 23/373 (2006.01)

F 1

H01L 23/36
H01L 23/36D
M

テーマコード(参考)

5 F 1 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-1619 (P2006-1619)
 (22) 出願日 平成18年1月6日 (2006.1.6)
 (31) 優先権主張番号 10/905546
 (32) 優先日 平成17年1月10日 (2005.1.10)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390009531
 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
 アメリカ合衆国10504 ニューヨーク
 州 アーモンク ニュー オーチャード
 ロード
 (74) 代理人 100086243
 弁理士 坂口 博
 (74) 代理人 100091568
 弁理士 市位 嘉宏
 (74) 代理人 100108501
 弁理士 上野 剛史

最終頁に続く

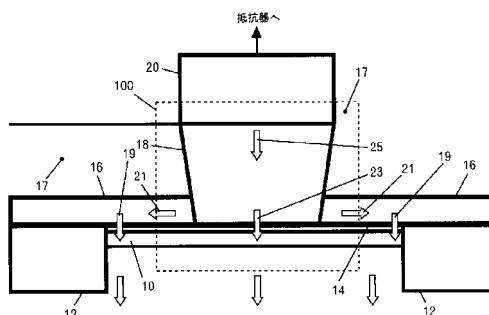
(54) 【発明の名称】ヒート・シンク、抵抗器、抵抗器の冷却方法(集積回路デバイス用ヒート・シンク)

(57) 【要約】

【課題】ヒート・シンクを備えた抵抗器を提供すること。

【解決手段】このヒート・シンクは、高熱伝導率の金属その他の熱導体を有する伝導経路含む。この熱導体によって電気抵抗器が接地に短絡されないように、熱導体と抵抗器本体の間に高熱伝導率の電気絶縁体の薄い層を介在させる。したがって、高熱伝導率の熱導体が抵抗器から離れる方向にヒート・シンクに熱を伝えることになるので、抵抗器は大量の電流を流すことができる。電気抵抗器の高周波応答を低減させることになる寄生容量その他の電気的な寄生作用が小さくなることに加えて、良好な熱伝導特性が得られる熱導体およびヒート・シンクの様々な構成が実現される。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

高熱伝導率を有し、電気的抵抗経路に接触するように構成された第1の電気絶縁体と、前記第1の電気絶縁体と熱接触して配置された高熱伝導率の導電体とを備えるヒート・シンク。

【請求項 2】

前記第1の電気絶縁体により、電気的な絶縁がもたらされると同時に、前記電気的抵抗経路と周囲の材料の間の熱伝導が妨げられることが少なくなる、請求項1に記載のヒート・シンク。

【請求項 3】

前記第1の電気絶縁体と熱接触し、ヒート・シンク・コンタクトを取り囲む高熱伝導率の絶縁体をさらに備える、請求項1に記載のヒート・シンク。

【請求項 4】

前記電気的抵抗経路から、前記高熱導電率の絶縁体または前記高熱伝導率の導電体を介して前記ヒート・シンク・コンタクトに向かって形成された熱経路をさらに備える、請求項3に記載のヒート・シンク。

【請求項 5】

前記電気的抵抗経路は、前記高熱伝導率の導電体の上部に形成される、請求項1に記載のヒート・シンク。

【請求項 6】

前記高熱伝導率の導電体の上に形成された窒化物層と、

前記窒化物層の上に形成された高熱伝導率の第2の絶縁体と、

ヒート・シンク・コンタクトの間に介在する金属コンタクトを介して、前記ヒート・シンク・コンタクトを貫通し、高熱伝導率の前記第1の電気絶縁体に入るように形成された熱経路とをさらに備える、請求項5に記載のヒート・シンク。

【請求項 7】

前記熱経路は、前記電気的抵抗経路の下に設けられ、かつ、前記ヒート・シンク・コンタクトの2つの間にまたがる金属基板を含む、請求項6に記載のヒート・シンク。

【請求項 8】

前記熱経路は、前記ヒート・シンク・コンタクトの両側に設けられる、請求項7に記載のヒート・シンク。

【請求項 9】

前記金属基板は、前記電気的抵抗経路の長手方向の長さにほぼ平行に配置された第2の電気絶縁体である、請求項7に記載のヒート・シンク。

【請求項 10】

前記熱経路は、前記ヒート・シンク・コンタクトの両側に設けられる、請求項6に記載のヒート・シンク。

【請求項 11】

前記第1の電気絶縁体は、 Al_2O_3 、 CeO_2 、 CoO 、または BeO の少なくともいずれか1つを含む、請求項1に記載のヒート・シンク。

【請求項 12】

前記第1導電体は、銅およびタングステンの少なくともいずれか1つを含む、請求項1に記載のヒート・シンク。

【請求項 13】

前記電気的抵抗経路と熱接触して配置された高熱伝導率の第2の電気絶縁体と、前記第2の電気絶縁体と熱接触して配置された高熱伝導率の第2の導電体とをさらに備える、請求項1に記載のヒート・シンク。

【請求項 14】

ヒート・シンク・コンタクトの間に介在する金属コンタクトを介して、前記ヒート・シンク・コンタクトを貫通し、高熱伝導率の前記第1の電気絶縁体に入るように形成された

10

20

30

40

50

熱経路をさらに備える、請求項 1 に記載のヒート・シンク。

【請求項 15】

第1基板内に配置された電気的抵抗経路と、
前記電気的抵抗経路と熱接触して配置された高熱伝導率の電気絶縁体と、
前記電気絶縁体に隣接して配置された第2基板と、
前記電気絶縁体と熱接触して前記第2基板内に配置された高熱伝導率の導電体を備える
、抵抗器。

【請求項 16】

前記電気絶縁体は、 Al_2O_3 、 CeO_2 、 CoO 、または BeO の少なくともいずれか1つを含み、

前記導電体は、銅またはタンゲステンの少なくともいずれか1つを含む、請求項 15 に記載の抵抗器。

【請求項 17】

前記電気絶縁体および前記導電体と熱接触して配置された高熱伝導率の第2の電気絶縁体をさらに備える、請求項 15 に記載の抵抗器。

【請求項 18】

前記第2の電気絶縁体の長手方向の長さは、前記電気的抵抗経路の長手方向の長さにほぼ平行に配置される、請求項 17 に記載の抵抗器。

【請求項 19】

前記電気的抵抗経路と熱接触して配置された高熱伝導率の第2の電気絶縁体と、前記第2の電気絶縁体と熱接触して配置された高熱伝導率の第2の導電体とをさらに備える、請求項 15 に記載の抵抗器。

【請求項 20】

熱経路は、ヒート・シンク・コンタクトの間に介在する金属コンタクトを介して、前記ヒート・シンク・コンタクトを貫通し、高熱伝導率の前記第1の電気絶縁体に入るよう形成される、請求項 15 に記載の抵抗器。

【請求項 21】

第1の導電体および第2の導電体に隣接して高熱伝導率の電気絶縁体膜を備える、集積回路内の熱界面。

【請求項 22】

前記高熱伝導率の電気絶縁体膜は、 Al_2O_3 、 CeO_2 、 CoO 、または BeO の少なくともいずれか1つを含み、

前記第1の導電体は抵抗器を含む、請求項 21 に記載の熱界面。

【請求項 23】

前記第2の導電体は金属を含む、請求項 22 に記載の熱界面。

【請求項 24】

前記第2の導電体は、前記高熱伝導率の電気絶縁体膜からヒート・シンクに熱を伝えるように構成される、請求項 23 に記載の熱界面。

【請求項 25】

前記第2の導電体は、前記第1の導電体から、前記高熱伝導率の電気絶縁体膜を通過してヒート・シンクに熱を伝えるように構成される、請求項 24 に記載の熱界面。

【請求項 26】

抵抗器を冷却する方法であって、

電気的抵抗経路と熱接触して高熱伝導率の第1の電気絶縁体を形成するステップと、
前記第1の電気絶縁体に隣接して基板を形成するステップと、

前記第1の電気絶縁体と熱接触して第2基板内に高熱伝導率の第1の導電体を形成する
ステップとを含む、方法。

【請求項 27】

前記第1の電気絶縁体および前記第1導電体と熱接触して高熱伝導率の第2の電気絶縁体を形成するステップをさらに備える、請求項 26 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 2 8】

前記電気的抵抗経路の長手方向の長さにほぼ平行に、前記第2の電気絶縁体の長手方向の長さを形成するステップをさらに含む、請求項27に記載の方法。

【請求項 2 9】

電気的抵抗経路と熱接触して高熱伝導率の第2の電気絶縁体を形成し、前記第1の電気絶縁体と熱接触して高熱伝導率の第2の導電体とを形成するステップをさらに含む、請求項26に記載の方法。

【請求項 3 0】

ヒート・シンク・コンタクトの間に介在する金属コンタクトを介して、前記ヒート・シンク・コンタクトを貫通し、高熱伝導率の前記第1の電気絶縁体に入る熱経路を形成するステップをさらに含む、請求項26に記載の方法。10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、ヒート・シンクに関し、より詳細には、精密抵抗器を含む抵抗器などの集積回路デバイス用ヒート・シンクに関する。10

【背景技術】**【0 0 0 2】**

集積回路の動作では、集積回路内のデバイスの一部は熱を発生する。このことは、例えれば抵抗器を含めて、ある種のタイプのデバイスに特に当てはまる。また、集積回路内のある種のデバイスは、熱の影響を受けやすく、加熱により悪影響を受けるある種の電気的な特性を有することがある。加熱の影響は、高精度デバイスに特に有害になり得る。この場合、加熱の影響により、この特定のデバイスの動作精度が損なわれる。20

【0 0 0 3】

例えば、高精度抵抗器は、比較的大量の電流を流すように設計されており、かなりの量の熱を発生することになる。高精度抵抗器によって発生した熱は、抵抗器自体を加熱する（「自己加熱」）ことになり、それによってこの高精度抵抗器の抵抗値が変化する。集積回路デバイスが受ける自己加熱の影響は、この集積回路デバイスが、熱の放散を妨げる熱不導体によって取り囲まれることによってさらに悪化し得る。多くの集積回路デバイスは一般に、やはり熱伝導特性のよくない電気絶縁体によって取り囲まれる。そのため、多くの集積回路デバイスの設計では、自己加熱の悪影響を受けやすいデバイスが増える。30

【0 0 0 4】

したがって、集積回路内のある種のタイプの電気デバイスが、熱伝導経路を介してヒート・シンクと熱接触することが有利になり得る。さらに、伝導経路の熱伝導率が良好なほど、ヒート・シンクによって多くの熱を放散することができ、それによって電気デバイスが、熱のために自己破壊することなく、より大きな電流レベルで機能し得る。また、ヒート・シンクを備えた電気デバイスは、大量の電流を伝えながら、狭い設計仕様内でより良好に動作し得る。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 5】**

最良の熱導体は一般に、導電体でもあることに留意されたい。さらに、導電性熱導体を電気デバイスおよびヒート・シンクに接触させると、一般に、この電気デバイスが接地（グラウンド）に短絡されることになる。したがって、熱は良好に通すが電気は通さない熱経路が必要とされる。

【課題を解決するための手段】**【0 0 0 6】**

本発明の第1の態様では、ヒート・シンクは、電気的抵抗経路に接触するように構成された高熱伝導率の第1の電気絶縁体と、第1の電気絶縁体と熱接触して配置された高熱伝導率の導電体とを含む。40

【 0 0 0 7 】

本発明の別の態様では、抵抗器は、第1基板内に配置された電気的抵抗経路と、この電気的抵抗経路と熱接触して配置された高熱伝導率の電気絶縁体とを含む。この抵抗器は、この電気絶縁体に隣接して配置された第2基板と、電気絶縁体と熱接触して第2基板内に配置された高熱伝導率の導電体も含む。

【 0 0 0 8 】

本発明の別の態様では、集積回路内の熱界面は、第1の導電体および第2の導電体に隣接する高熱伝導率の電気絶縁体膜を含む。

【 0 0 0 9 】

本発明の別の態様では、抵抗器を冷却する方法は、電気的抵抗経路と熱接触して高熱伝導率の第1の電気絶縁体を形成するステップと、この電気絶縁体に隣接する基板を形成するステップとを含む。この方法は、第2基板内に、電気絶縁体と熱接触して高熱伝導率の第1の導電体を形成するステップも含む。

【 発明を実施するための最良の形態 】**【 0 0 1 0 】**

本発明は、例えば、精密抵抗器を含む抵抗器などの集積回路デバイス用ヒート・シンクに関する。本発明の実施形態では、ヒート・シンク・コンタクトは、電気を導通させることができることに加えて、熱を良好に伝える伝導基板または熱導体に隣接して配置され、このヒート・シンク・コンタクトと伝導基板または熱導体との間に高熱伝導率の電気絶縁体の比較的薄い層を備える。この熱導体は、ヒート・シンクへの効率のよい熱経路を形成する。電気抵抗器とヒート・シンク・コンタクトの間には高熱伝導率の電気絶縁体が介在するので、ヒート・シンク・コンタクトは、熱伝導特性が良好な金属その他の導電体で形成することができる。こうすると、電気抵抗器が接地に電気的に短絡されずに、熱伝導が良好になる。このヒート・シンク・コンタクトの熱導体により、電気抵抗器の冷却が促進され、それによって電気抵抗器が、破損せずにより大きいレベルの電流を流すことができる。

【 0 0 1 1 】

図1を参照すると、ヒート・シンク100は、2つの浅いトレンチ絶縁体12の間に配置し得る伝導性基板10を含む。伝導性基板10は、基板上にポリシリコンの伝導経路を配置するなど、半導体内で伝導性基板を形成する技術分野で周知の方法のいずれかによって形成することができる。浅いトレンチ分離(shallow trench isolation)12は、トレンチを形成し、このトレンチ内に酸化物を付着させるなど、浅いトレンチ分離を形成する技術分野で周知の方法のいずれかによって形成することができる。

【 0 0 1 2 】

高熱伝導率の電気絶縁体(HTCI: high thermal conductivity electrical insulator)の膜または層14は、伝導性基板10と熱接触させて形成する。本発明のすべての態様で使用される高熱伝導率の電気絶縁体膜の例には、例えば、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化ベリリウム(BeO)、酸化セリウム(CeO₃)、および酸化コバルト(CoO)などの薄い層が含まれる。HTCI膜14は比較的薄い層内に形成されるので、HTCI膜14により、電気的な絶縁がもたらされるのと同時に、伝導性基板10と周囲の材料の間の熱伝導が妨げられることが少なくなる。

【 0 0 1 3 】

ヒート・シンク・コンタクト18は、HTCI膜14と熱接触させて位置決めする。ヒート・シンク・コンタクト18は、タンゲステンまたは銅などの金属で構成することができ、ビア・ホールを充填する金属の形態をとり得る。また、HTCI膜14に隣接して、高伝導率の絶縁体16がある。高伝導率の絶縁体16は、ヒート・シンク・コンタクト18の下部を取り囲み、さらにHTCI膜14と熱接触する。高伝導率の絶縁体16の上に、ヒート・シンク・コンタクト18の側面と接触して、電気絶縁体17がある。電

10

20

30

40

50

気絶縁体 17 は、高熱伝導率材料とすることもできるし、そうでなくてもよい。ヒート・シンク・コンタクト 18 と熱接触してその上に、金属コンタクト 20 がある。金属コンタクト 20 は、ヒート・シンク 100 によって冷却される回路デバイスにヒート・シンク・コンタクト 18 を熱接触させる。

【0014】

図 2 を参照すると、抵抗器構造 200 が示されている。図 1 のヒート・シンク 100 と同様に、図 2 の抵抗器構造 200 は、電気的な絶縁および良好な熱伝導をもたらす H T C E I 膜 14 を含む。さらに、抵抗器構造 200 は、電気抵抗器 11 を含む。電気抵抗器 11 の上に H T C E I 膜 14 があり、H T C E I 膜 14 の上には、高熱伝導率の絶縁体 24 がある。高熱伝導率の絶縁体 24 内のビア・ホールを貫通して、ヒート・シンク・コンタクト 18 として働くビア金属がある。ヒート・シンク・コンタクト 18 は、高熱伝導率の絶縁体 24 を貫通して、H T C E I 膜 14 と接触する。ヒート・シンク・コンタクト 18 の上には、ヒート・シンクに電気抵抗器 11 を熱接触させる金属コンタクト 20 がある。電気抵抗器 11 は、任意のタイプの半導体デバイスも含み得る。

【0015】

電気抵抗器 11 の各端部には、配線（ワイヤ）28 につながる電気コンタクト 26 がある。配線 28 および電気コンタクト 26 は、電気抵抗器 11 との入出力を行う。電気抵抗器 11 に接触する電気コンタクト 26 の端部は、高熱伝導率の絶縁体 24 によって取り囲まれる。

【0016】

動作時には、配線 28 および電気コンタクト 26 は、電気抵抗器 11 との電気的な入出力をを行う。電気抵抗器 11 は、その中を電流が流れると加熱される。次いで、熱は、電気抵抗器 11 から H T C E I 膜 14 に流れ込み、その後、熱経路 19 に沿って高熱伝導率の絶縁体 24 に流れ込むことになる。高熱伝導率の絶縁体 24 に入ると、熱は、熱経路 21 に沿ってヒート・シンク・コンタクト 18 に向かって流れることになる。これに加えて、熱は、熱経路 23 を通って、電気抵抗器 11 から H T C E I 膜 14 を介してヒート・シンク・コンタクト 18 に流れ込むことになる。ヒート・シンク・コンタクト 18 に入ると、熱は、熱経路 25 に沿って金属コンタクト 20 に流れ込み、図 1 のヒート・シンク 100 に類似のヒート・シンクに至る。

【0017】

図 3 を参照すると、本発明による高周波用途で用いるヒート・シンク構造の実施形態が示されている。ヒート・シンク構造 300 は、H T C E I 膜 14 を上に備えた電気抵抗器 11 を含む。電気抵抗器 11 は、ポリシリコン導電経路または金属薄膜あるいはその両方を含み得る。高熱伝導率の絶縁体 30 は、電気抵抗器 11 の下、（絶縁体とも称する）窒化物層 32 の上に配置される。窒化物層 32 は、H T C E I 膜 14 とすることができる。高熱伝導率の絶縁体 34 は、H T C E I 膜 14 の上に形成され、層間誘電体（I L D）47 によって取り囲まれる。I L D 層 49 は、窒化物層 32 と基板 52 を互いに分離する。電気抵抗器 11 の一端には、金属配線 38 と接触する電気コンタクト 36 がある。

【0018】

電気コンタクト 36 の反対側の電気抵抗器 11 の端部には、ヒート・シンク・コンタクト 40 がある。ヒート・シンク・コンタクト 40 は、厚い高熱伝導率の絶縁体 34 を貫通し、H T C E I 膜 14 と接触し、それを貫通して、電気抵抗器 11 と熱的かつ電気的に接触する。ヒート・シンク・コンタクト 40 の上には、金属コンタクト 42 がある。金属コンタクト 42 の底部には、ヒート・シンク・コンタクト 40 の近くに第 1 の熱導体 44 が取り付けられる。（ヒート・シンク・コンタクト 40 は、電気コンタクト（接点）として、かつ、ヒート・シンクに熱を伝えるために使用される。）

【0019】

第 1 の熱導体 44 は、高熱伝導率の絶縁体 30 および窒化物層 32 を貫通し、金属コンタクト 20 と熱接触する。金属コンタクト 20 は、図 1 のヒート・シンク・コンタクト 18 を介してヒート・シンク（100）と熱接触する。第 1 の熱導体の金属コンタクト 20

10

20

30

40

50

は、金属などの高熱伝導材料でできている。金属コンタクト20およびヒート・シンク・コンタクト18ならびにHTCEI膜14の構造は、金属コンタクト20が窒化物層32に接触する電気抵抗器11の各端部に配置される。

【0020】

動作時には、電気抵抗器11の一端から他端に、一端では電気コンタクト36および金属配線38を介して、他端ではヒート・シンク40および金属コンタクト42を介して電流が流れる。電気抵抗器11を流れる電流によって発生した熱は、熱経路31および33に沿ってヒート・シンク・コンタクト40に伝わり、経路35に沿って金属コンタクト42に伝わる。金属コンタクト42を通過した後で、熱は、熱経路37で示す第1の熱導体44を貫通して流れ、熱経路39および41で示す第2の熱導体46に入り、基板52に至る。
10

【0021】

また、電流が流れている間、熱は、電気抵抗器11から、熱経路43で示す電気抵抗器11の厚さ方向沿って高熱伝導率の絶縁体30を通って流れ。高熱伝導率の絶縁体30を通過した後で、熱は、窒化物層32を通過し、次いで、熱経路45に沿って金属コンタクト20に入る。金属コンタクト20に入ると、熱は、矢印39および41で示す熱経路に沿って流れ、基板52に入る。ヒート・シンク構造300を備えた抵抗器は、電気抵抗器の一端にあるヒート・シンクのために比較的良好な高電流特性を有すると同時に、寄生容量その他の寄生作用が減少することにより比較的良好な高周波応答を維持する。

【0022】

別の熱経路は、電気抵抗器11からHTCEI膜14に流れ込み、それを通過し、熱経路51に沿って高熱伝導率の絶縁体34に入る熱を含む。次いで、熱は、熱経路53に沿い、高熱伝導率の絶縁体34の長さに沿って流れ、ヒート・シンク・コンタクト40に入る。これに加えて、熱が薄い高熱伝導率層のHTCEI膜14に沿ってヒート・シンク・コンタクト40に流れ込むことがある。次いで、この熱は、(図3の左側に示す)矢印33、35、37、39、および41で示す熱経路を通じて放散され得る。
20

【0023】

図4を参照すると、本発明による低周波用途で用いるヒート・シンク構造400を備えた抵抗器の実施形態が示されている。ヒート・シンク構造400を備えた抵抗器は、一端で電気コンタクト36に接続され、他端でヒート・シンク・コンタクト40に接続された電気抵抗器11を含む。電気抵抗器11は、窒化物層などの絶縁体層32の上に位置する高熱伝導率の絶縁体30の上に配置される。HTCEI膜14は、電気抵抗器11上に形成され、高熱伝導率の絶縁体34は、HTCEI膜14上に形成される。電気コンタクト36およびヒート・シンク・コンタクト40はともに、高熱伝導率の絶縁体34およびHTCEI膜14を貫通して、電気抵抗器11と熱的かつ電気的に接触する。
30

【0024】

窒化物層32は、金属基板54の上に配置される。金属基板54は、基板52の上に配置されるILD層49の上に配置される。また、金属基板54は、ヒート・シンク・コンタクト18と熱的に連通する。さらに、厚い高熱伝導率の絶縁体34の上部に、ILD層47がある。
40

【0025】

電気コンタクト36は、金属配線38に接続され、ヒート・シンク・コンタクト40は、金属コンタクト42に接続される。電気コンタクト36とヒート・シンク・コンタクト40は合わせて、電気抵抗器11との電気的な入出力を行う。ヒート・シンク・コンタクト40に加えて、第1の熱導体44が金属コンタクト42に接続される。第1の熱導体44は、高熱伝導率の絶縁体30および窒化物層32を貫通して延び、金属基板54に接続される。金属基板54の底部には、ヒート・シンク・コンタクト18が接続される。ヒート・シンク・コンタクト18は、HTCEI膜14を介して基板52に接続される。

【0026】

電気抵抗器11の動作中に、熱は、熱経路31に沿ってヒート・シンク・コンタクト4
50

0に流れ込み、次いで、熱経路33に沿って金属コンタクト42に入る。その後、熱は、金属コンタクト42を通って流れ、熱経路35に沿って第1の熱導体44に入ることがある。熱は、熱経路37に沿って第1の熱導体44を貫通して流れ、金属基板54に入る。次に、熱は、熱経路55に沿って金属基板54を貫通して流れ、ヒート・シンク・コンタクト18に入ることがある。次いで、熱は、熱経路41に沿ってヒート・シンク・コンタクト18を貫通して流れ、HTCEI膜14を介して基板52に入る。

【0027】

さらに、熱は、電気抵抗器11から、高熱伝導率の絶縁体30および窒化物層32を貫通して流れ、この構造の両端に熱経路59および熱経路89で全体的に示す熱流路に沿って金属基板54に入ることがある。金属基板54内で、熱は、それぞれ熱経路57および87に沿って、金属基板54の各端部に向かって流れ、熱経路41および81に沿ってヒート・シンク・コンタクト18を貫通して流れれる。次いで、熱は、HTCEI膜14を介して基板52に流れ込む。

【0028】

図5を参照すると、本発明による抵抗器およびヒート・シンク構造500の上面図が示されている。ヒート・シンク構造500を備えた抵抗器は、電気抵抗器11を含む。電気抵抗器11の各端部の金属配線38は、電気コンタクト36を介して電気抵抗器11と電気的に連通する。金属配線38及び金属コンタクト36は、電気抵抗器11との電気的な入出力を行う。

【0029】

電気抵抗器11の一端には、金属コンタクト63がある。金属コンタクト63は、ヒート・シンク・コンタクト61を介して電気抵抗器11と熱的に連通する。さらに、金属コンタクト63は、金属コンタクト63の下に配置された熱導体(熱経路)65を介してヒート・シンクと熱的に連通する。

【0030】

動作時には、電気配線38は、電気コンタクト36を介して電気抵抗器11に流入し、かつそれから流出する電流の経路を提供する。金属コンタクト63は、ヒート・シンク・コンタクト61および熱導体65とともに、電気抵抗器11の一端で熱経路の一部を形成し、それによって、電気抵抗器11からヒート・シンクに熱が流れる。

【0031】

図6を参照すると、本発明によるヒート・シンク600を備えた抵抗器の実施形態が示されている。ヒート・シンク600を備えた抵抗器は、優れた高周波応答特性を有すると同時に、電気抵抗器の各端部における熱伝導経路のために、依然として良好な熱伝導を維持することに留意されたい。

【0032】

図6のヒート・シンク600を備えた抵抗器は、窒化膜などの絶縁膜15で覆われた電気抵抗器11を含む。絶縁膜15は、高熱伝導率の絶縁体56によって覆われる。電気抵抗器11は、窒化膜などの窒化物層32の上に配置される高熱伝導率の絶縁体30上に配置される。窒化物層32は、各端部で、第2の熱導体46およびILD層49によって支持される。ILD層49は、基板52の上に配置される。

【0033】

高伝導率の絶縁体56の上には、ILD層47がある。電気抵抗器11との電気的な接觸は、電気コンタクト36および58によってなされる。電気コンタクト36および58は、ILD層47、高伝導率の絶縁体56、および絶縁膜15を貫通し、それによって電気抵抗器11と電気的な接觸が行われる。電気コンタクト36および58は、それぞれ金属配線38および60にも接続される(例えば、他の実施形態に類似の能動的な抵抗器コンタクト)。したがって、電気コンタクト36および58は、電気抵抗器11との電気的な入出力を行う。

【0034】

電気抵抗器11の各端部には、金属コンタクト42および64にそれぞれ接続されるヒ

10

20

30

40

50

ート・シンク・コンタクト 4 0 および 6 2 が接触する。図 6 の左側に示す金属コンタクト 4 2 は、第 1 の熱導体 4 4 および H T C E I 膜 1 4 を介してヒート・シンク基板 5 2 に接続される。金属コンタクト 6 4 も同様に、基板 5 2 に接続される。

【 0 0 3 5 】

電流が電気抵抗器 1 1 を通過すると、この電流によって発生した熱が、様々な熱経路を通って周囲の基板を通過し、基板に入る。例えば、熱は、電気抵抗器 1 1 の端部から熱経路 3 1 に沿ってヒート・シンク・コンタクト 4 0 に流れ込むことがある。次いで、この熱は、熱経路 3 3 に沿ってヒート・シンク・コンタクト 4 0 を貫通して金属コンタクト 4 2 に流れ込み、そこで、熱経路 3 5 に沿って第 1 の熱導体 4 4 に入る。第 1 の熱導体 4 4 では、熱は、熱経路 3 7 をたどり、金属コンタクト 2 0 に入る。この熱は、金属コンタクト 2 0 の熱経路 3 9 を通過し、ヒート・シンク・コンタクト 1 8 の熱経路 4 1 を通って H T C E I 膜 1 4 を通過し、基板 5 2 に入る。(以下で論じる)類似の熱流プロセスが、熱経路 6 9 、 7 1 、 7 3 、 7 5 、 7 9 、および 8 1 で表す電気抵抗器 1 1 の反対側の端部で生じる。

10

【 0 0 3 6 】

さらに、電気抵抗器 1 1 の端部からの熱は、熱経路 4 3 に沿って、高熱伝導率の絶縁体 3 0 を介して窒化物層 3 2 に流れ込むことがある。次いで、この熱は、熱経路 4 5 に沿った高熱伝導率の絶縁体 3 0 および電気絶縁体(例えば、窒化物層) 3 2 に沿って流れ、金属コンタクト 2 0 に入り、すでに説明した経路に沿って基板 5 2 に至る。類似の熱流プロセスが、熱経路 6 7 、 7 7 、 7 9 、および 8 1 で表す電気抵抗器 1 1 の反対側の端部で生じる。

20

【 0 0 3 7 】

熱は、電気抵抗器 1 1 から高熱伝導率の絶縁体 5 6 に流れ込み、熱経路 8 3 に沿って長手方向に、ヒート・シンク・コンタクト 6 2 に向かって流れることもある。ヒート・シンク・コンタクト 6 2 に入ると、熱は、熱経路 7 1 に沿って金属コンタクト 6 4 に流れ込むことがある。次いで、この熱は、熱経路 7 3 に沿って金属コンタクト 6 4 を貫通して流れ、熱経路 7 5 に沿って熱導体 6 6 を貫通して流れがある。熱は、金属コンタクト 2 0 に入り、それを熱経路 7 9 に沿って通過し、ヒート・シンク・コンタクト 1 8 に入ることがある。

30

【 0 0 3 8 】

さらに、熱は、電気抵抗器 1 1 から、熱経路 6 7 に沿って、高熱伝導率の絶縁体 3 0 および窒化物層 3 2 に流れ込むことがある。熱は、高熱伝導率の絶縁体 3 0 および熱経路 7 7 に沿って、熱導体 6 6 に向かって流れ、次いで、前に説明した熱経路をたどって基板 5 2 に至ることがある。

【 0 0 3 9 】

図 7 を参照すると、本発明によるヒート・シンク 7 0 0 を備えた抵抗器の実施形態が示されている。ヒート・シンク 7 0 0 を備えた抵抗器は、図 4 および図 6 に示す構造のハイブリッド構造である。図 6 に示す特徴に加えて、図 7 のヒート・シンク 7 0 0 を備えた抵抗器は、例えば、窒化物層 3 2 と、基板 5 2 の上に配置された I L D 層 4 9 との間に位置決めされた金属基板 5 4 を含む。ただし、図 7 の構造は、図 6 の第 2 の熱導体を含まない。これは、ここでは金属基板で表されている。

40

【 0 0 4 0 】

ヒート・シンク 7 0 0 を備えた抵抗器は、熱導電経路の質量が金属基板 5 4 によってもたらされた分だけ増加するために、優れた高電流特性を有することになる。ただし、実施形態では、ヒート・シンク 7 0 0 の高周波応答は、金属基板 5 4 の寄生容量その他の電気的な寄生作用のために悪くなることになる。図 6 を参照して論じたように、電流が電気抵抗器 1 1 を通過すると、この電流によって発生した熱が、様々な熱経路を通って周囲の基板を通過し、基板に入る。

【 0 0 4 1 】

例えば、熱は、電気抵抗器 1 1 から、熱経路 8 3 (または 5 3) に沿って長手方向に、

50

ヒート・シンク・コンタクト 6 2（または 4 0）に向かって高熱伝導率の絶縁体 5 6 に流れ込むことがある。一例として熱経路 8 3 を用いて、ヒート・シンク・コンタクト 6 2 に入ると、熱は、熱経路 7 1 に沿って金属コンタクト 6 4 に流れ込むことがある。この熱は、熱経路 7 3 に沿って金属コンタクト 6 4 を貫通して流れ、熱経路 7 5 に沿って熱導体 6 6 を貫通して流れがある。次いで、熱は、熱経路 7 9 に沿って流れ、熱経路 8 1 に沿ってヒート・シンク・コンタクト 1 8 を通過することによって、金属基板 5 4 内を通過することがある。その後、この熱は、薄い高熱伝導率の絶縁体 1 4 を通過して基板 5 2 に入る。

【0042】

図 6 の熱経路に加えて、熱は、導電体 1 0 から、熱経路 8 5 に沿って、高熱伝導率の絶縁体 3 0 および窒化物層 3 2 を貫通し、金属基板 5 4 に流れ込むことがある。次いで、熱は、熱経路 5 7 または 8 7 あるいはその両方に沿った金属基板 5 4 の長さに沿って流れ、ヒート・シンク・コンタクト 1 8 に入ることがあり、そこで、この熱は、熱経路 4 1 または 8 1 あるいはその両方に沿ってそれぞれ流れ、HTCEI 膜 1 4 を介して基板 5 2 に入る。類似の熱流プロセスが、電気抵抗器 1 1 の反対側の端部で生じる。

【0043】

図 8 を参照すると、実施形態 6 0 0 および 7 0 0 のものに類似のヒート・シンク構造 8 0 0 を備えた抵抗器の実施形態の上面図が示されている。ヒート・シンク構造 8 0 0 を備えた抵抗器は、金属配線 3 8 を有する電気抵抗器 1 1 を含む。金属配線 3 8 は、電気抵抗器 1 1 の電気入出力のところに配置された電気コンタクト 3 6 によって電気抵抗器 1 1 に接続される。電気抵抗器 1 1 の各端部のところには、金属コンタクト 6 3 および 6 4 も含まれる。金属コンタクト 6 3 および 6 4 は、それぞれヒート・シンク・コンタクト 6 1 および 6 2 を介して電気抵抗器 1 1 に接続される。金属コンタクト 6 3 および 6 4 は、それぞれ熱導体（熱経路）6 5 および 6 6 を介してヒート・シンクと熱的に連通する。

【0044】

動作時には、電気配線 3 8 及び電気コンタクト 3 6 は、電気抵抗器 1 1 の電流入出力部になる。ヒート・シンク・コンタクト 6 1 および 6 2 は、それらのそれぞれの金属コンタクト 6 3 および 6 4 に、電気抵抗器 1 1 からの熱を伝える。次いで、熱は、金属コンタクト 6 3 および 6 4 から、それぞれ熱導体 6 5 および 6 6 を通ってヒート・シンクに流れれる。

【0045】

図 9 を参照すると、本発明による金属ガード・リングを有するヒート・シンク 9 0 0 を備えた抵抗器の実施形態が示されている。ヒート・シンク 9 0 0 を備えた抵抗器は、金属配線 3 8 を有する電気抵抗器 1 1 を含む。金属配線 3 8 は、電気コンタクト 3 6 を介して電気抵抗器 1 1 に接続される。電気抵抗器 1 1 の一端に、金属コンタクト 6 3 がある。金属コンタクト 6 3 は、ヒート・シンク・コンタクト 6 1 を介して電気抵抗器 1 1 に接続される。金属コンタクト 6 3 は、熱導体 6 5 を介して金属ガード・リング 7 0 にも接続される。金属ガード・リング 7 0 は、電気抵抗器 1 1 の外周で金属容器を固定する金属のリングである。金属ガード・リング 7 0 は、熱導体（熱経路）7 4 を介してヒート・シンクに熱的に接続される。ILD 7 2 は、電気抵抗器 1 1 と金属ガード・リング 7 0 の間の領域内に配置し得る。

【0046】

動作時には、電気コンタクト 3 6 および金属配線 3 8 は、電気抵抗器 1 1 との電気的な入出力をう。電流の流れにより抵抗器内で発生した熱は、電気抵抗器 1 1 から出て、ヒート・シンク・コンタクト 6 1、金属コンタクト 6 3、および熱導体 6 5 を介してガード・リング 7 0 に至る。次いで、熱は、ガード・リング 7 0 から熱導体 7 4 を通ってヒート・シンクに至る。

【0047】

図 1 0 を参照すると、狭いヒート・シンク 1 0 0 0 を備えた抵抗器の実施形態が示されている。狭いヒート・シンク 1 0 0 0 を備えた抵抗器は、電気抵抗器 1 1 を含む。電気抵

10

20

30

40

50

抗器 11 の各端部は、コンタクト 76 を介して電気抵抗器 11 と電気的に連通する熱導体 74 である。

【0048】

さらに、電気抵抗器材料のスタブ 84 は、電気抵抗器 11 に接続され、ある長さの電気抵抗器材料 78 は、スタブ 84 に接続される。電気抵抗器材料 78 は、熱導体 86 を介して金属コンタクト 82 に熱的に接続される。また、熱導体 86 は、金属コンタクト 82 を熱導体 80 に、さらにヒート・シンクに接続する。

【0049】

動作時には、電気コンタクト 74 は、電気抵抗器 11 との入出力を行う。流れる電流により電気抵抗器 11 内で生成された熱は、スタブ 84 によって電気抵抗器 11 から離れる方向に伝わり、電気抵抗器材料 78 に入る。熱導体 86 および金属コンタクト 82 は、電気抵抗器材料 78 からの熱を、ヒート・シンク 80 に伝える。

【0050】

実施形態の例に関して本発明を説明してきたが、添付の特許請求の範囲の趣旨および範囲内で改変形態によって本発明を実施し得ることが当業者には理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図 1】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の断面図である。

【図 2】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の断面図である。

【図 3】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の断面図である。

【図 4】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の断面図である。

【図 5】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の上面図である。

【図 6】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の断面図である。

【図 7】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の断面図である。

【図 8】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の上面図である。

【図 9】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の上面図である。

【図 10】本発明によるヒート・シンクに接続された抵抗器の実施形態の上面図である。

【符号の説明】

【0052】

10 10 伝導性基板

11 電気抵抗器

12 トレンチ絶縁体

14 高熱伝導率の電気絶縁体の膜または層、HTCEI 膜

15 絶縁膜

16 高伝導率の絶縁体

17 電気絶縁体

18 ヒート・シンク・コンタクト

19 热経路

20 金属コンタクト

21 热経路

23 热経路

24 高熱伝導率の絶縁体

25 热経路

26 電気コンタクト

28 配線(ワイヤ)

30 高熱伝導率の絶縁体

31 热経路

32 室化物層

33 热経路

34 高熱伝導率の絶縁体

10

20

30

40

50

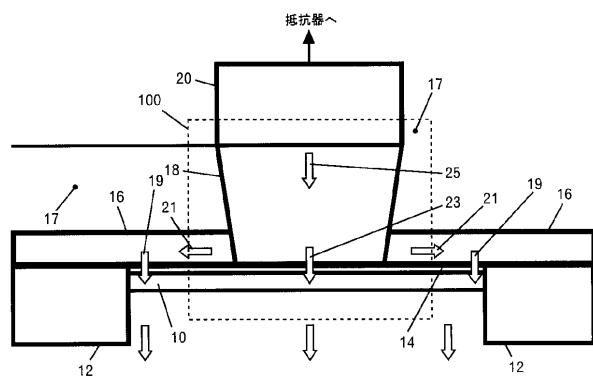
3 5	熱経路	
3 6	電気コンタクト	
3 7	熱経路	
3 8	金属配線	
3 9	熱経路	
4 0	ヒート・シンク・コンタクト	
4 1	熱経路	
4 2	金属コンタクト	
4 3	熱経路	
4 4	第1の熱導体	10
4 5	熱経路	
4 6	第2の熱導体、第3の熱導体	
4 7	層間誘電体、ILD	
4 9	ILD層	
5 1	熱経路	
5 2	基板	
5 3	熱経路	
5 4	金属基板	
5 5	熱経路	
5 6	高熱伝導率の絶縁体	20
5 7	熱経路	
5 8	電気コンタクト	
5 9	熱経路	
6 0	金属配線	
6 1	ヒート・シンク・コンタクト	
6 2	ヒート・シンク・コンタクト	
6 3	金属コンタクト	
6 4	金属コンタクト	
6 5	熱導体(熱経路)	
6 6	熱導体(熱経路)	30
6 7	熱経路	
6 9	熱経路	
7 0	金属ガード・リング	
7 1	熱経路	
7 2	ILD	
7 3	熱経路	
7 4	熱導体	
7 5	熱経路	
7 6	コンタクト	
7 7	熱経路	40
7 8	電気抵抗器材料	
7 9	熱経路	
8 0	熱導体	
8 1	熱経路	
8 2	金属コンタクト	
8 3	熱経路	
8 4	スタブ	
8 5	熱経路	
8 6	熱導体	
8 7	熱経路	50

8 9 热経路

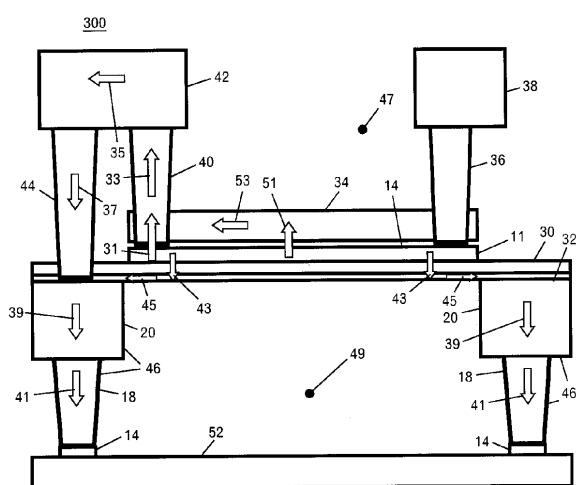
1 0 0 ヒート・シンク
 2 0 0 抵抗器構造
 3 0 0 ヒート・シンク構造
 4 0 0 ヒート・シンク構造
 5 0 0 ヒート・シンク構造
 6 0 0 ヒート・シンク構造
 7 0 0 ヒート・シンク構造
 8 0 0 ヒート・シンク構造
 9 0 0 ヒート・シンク構造
 10 1 0 0 0 ヒート・シンク構造

10

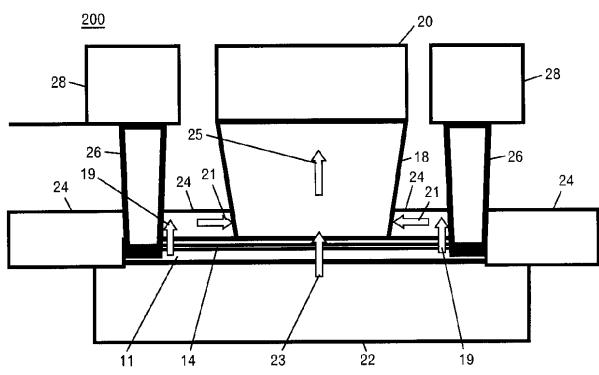
【図1】



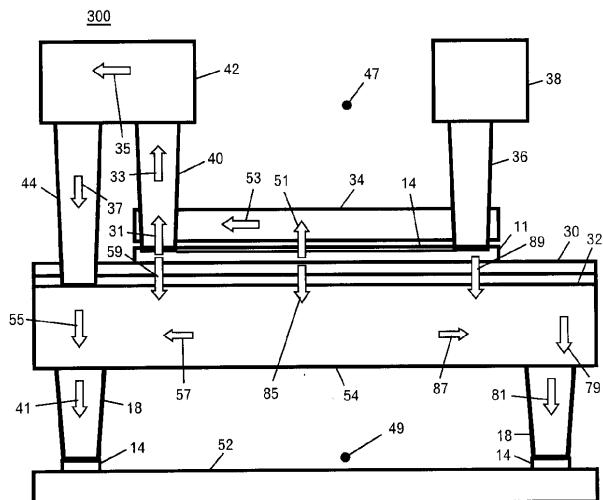
【図3】



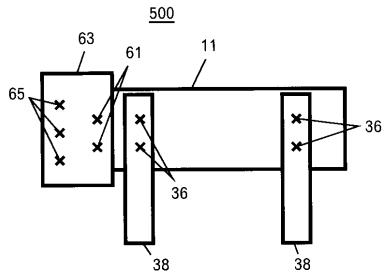
【図2】



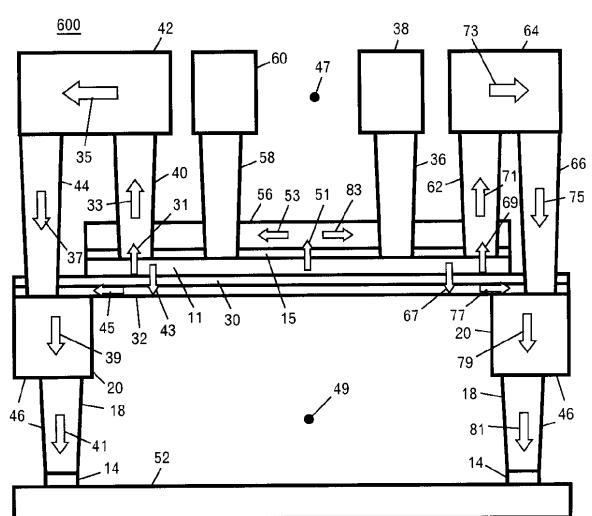
【 図 4 】



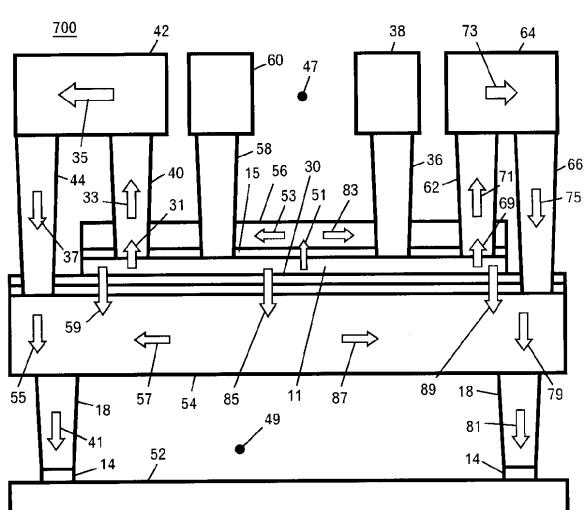
【 図 5 】



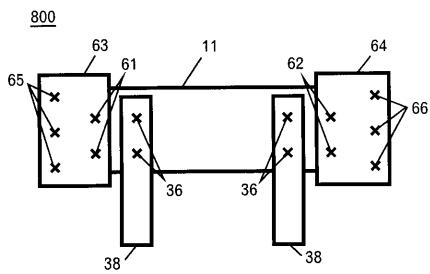
【 四 6 】



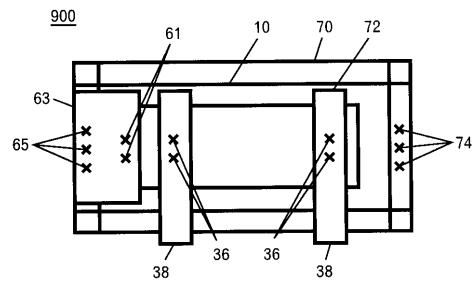
【 図 7 】



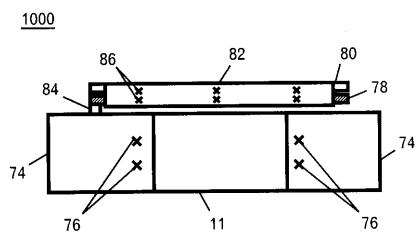
【 図 8 】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(74)代理人 100112690
弁理士 太佐 種一

(72)発明者 ダグラス・ディー・クールボー
アメリカ合衆国05452 バーモント州エセックス・ジャンクション サージ・サークル 21

(72)発明者 エベネザー・イー・イシュン
アメリカ合衆国05452 バーモント州エセックス・ジャンクション #5 パール・ストリート 96

(72)発明者 テレンス・ビー・フック
アメリカ合衆国05465 バーモント州ジェリコ ブラウンズ・トレース 399

(72)発明者 ロバート・エム・ラッセル
アメリカ合衆国05416 バーモント州コルチェスター グラナット・クリーク・ロード 225

(72)発明者 エドマンド・ジェイ・スプログラル
アメリカ合衆国05489 バーモント州アンダーヒル シンダー・ロード 35

(72)発明者 アンソニー・ケイ・スタンパー
アメリカ合衆国05495 バーモント州ウィリントン エバーグリーン・ドライブ 46

(72)発明者 ウィリアム・ジェイ・マーフィー
アメリカ合衆国05473 バーモント州ノース・フェリスバーグ ピアース・レーン 190

F ターム(参考) 5F136 BA36 BC05 DA25