

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4849379号  
(P4849379)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年10月28日(2011.10.28)

(51) Int.Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

F 1

H01L 21/302 101L

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2006-233210 (P2006-233210)  
 (22) 出願日 平成18年8月30日 (2006.8.30)  
 (65) 公開番号 特開2008-60197 (P2008-60197A)  
 (43) 公開日 平成20年3月13日 (2008.3.13)  
 審査請求日 平成21年3月31日 (2009.3.31)

(73) 特許権者 000006264  
 三菱マテリアル株式会社  
 東京都千代田区大手町一丁目3番2号  
 (74) 代理人 100076679  
 弁理士 富田 和夫  
 (74) 代理人 100139240  
 弁理士 影山 秀一  
 (72) 発明者 米久 孝志  
 兵庫県三田市テクノパーク12-6 三菱  
 マテリアル株式会社 三田工場内  
 審査官 日比野 隆治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向に向かって形成された細孔（以下、垂直細孔という）と、この垂直細孔に接続しあつ冷却板側に抜けるようになされたシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の傾斜細孔からなる貫通細孔を有するシリコン電極板において、

前記シリコン電極板の厚さ方向に平行な方向の垂直細孔の先端延長部に、行止り延長細孔を形成してなることを特徴とする冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板。

## 【請求項 2】

シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された細孔（以下、傾斜細孔という）と、この傾斜細孔に接続しあつ冷却板側に抜けるようになされたシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向に向かって形成された垂直細孔からなる貫通細孔を有するシリコン電極板において、

前記シリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の傾斜細孔の先端延長部に、行止り延長細孔を形成してなることを特徴とする冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板。

## 【請求項 3】

シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された傾斜細孔と、この傾斜細孔に接続しあつこの傾斜細孔の方向と異なる方向のシリ

10

20

コン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって冷却板側に出るように形成されている傾斜細孔からなる貫通細孔を有するシリコン電極板において、

前記プラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された傾斜細孔の先端延長部に、行止り延長細孔を形成してなることを特徴とする冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板。

**【請求項 4】**

前記シリコン電極板は、単結晶シリコン、多結晶シリコンまたは柱状晶シリコンからなることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板。

**【発明の詳細な説明】**

10

**【技術分野】**

**【0001】**

この発明は、冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板に関するものである。

**【背景技術】**

**【0002】**

一般に、半導体集積回路を製造する際に、ウエハをエッティングする必要があるが、このウエハをエッティングするためのプラズマエッティング用シリコン電極板として、近年、図 8 の一部断面説明図に示されるようなシリコン電極板 1 を冷却板 3 にボルト 6 で固定したプラズマエッティング用シリコン電極板 9 が用いられている。このシリコン電極板 1 は単結晶、多結晶、または柱状晶のシリコンからなるが、単結晶シリコンからなるシリコン電極板が最も好ましいとされ、最も多く使用されている。このシリコン電極板 1 を冷却板 3 にボルト 6 で固定してなるプラズマエッティング用シリコン電極板 9 を冷却板 3 の周囲に設けられた鍔部 10 により支持させることにより真空容器（図示せず）内のほぼ中央に固定し、一方、架台 8 の上にウエハ 4 を載置し、エッティングガス 7 をシリコン電極板 1 および冷却板 3 に設けられた貫通細孔 5 を通してウエハ 4 に向って流しながら高周波電圧を印加することによりシリコン電極板 1 とウエハ 4 の間にプラズマ 11 を発生させ、このプラズマ 11 がウエハ 4 に当ってウエハ 4 の表面をエッティングするようになっている。この時、シリコン電極板 1 の熱は冷却板 3 を通して放熱される（特許文献 1 参照）。

20

**【0003】**

30

シリコン電極板 1 に設けられている貫通細孔 5 は、通常は、シリコン電極板 1 の一部拡大断面図である図 7 に示されるようにシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向に形成されている。シリコン電極板において、シリコン電極板が冷却板に接する面を冷却板側、プラズマと接する側をプラズマ側と呼ぶと、貫通細孔 5 は通常はプラズマ側から冷却板側に向かってシリコン電極板の厚さ方向に平行になるように形成されている。しかし、そればかりでなく、図 4～5 に示されるシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向の細孔（以下、垂直細孔という）2、2' とシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の細孔（以下、傾斜細孔という）12、12' からなる貫通細孔、さらに図 6 に示されるように、シリコン電極板の厚さ方向に非平行な異なる方向を有する傾斜細孔 12 と 12' を接続したくの字形に形成されている貫通細孔も知られている（特許文献 2 参照）。

40

【特許文献 1】特開 2003-289064 号公報

【特許文献 2】特開 2002-246371 号公報

**【発明の開示】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0004】**

シリコン電極板 1 は消耗により貫通細孔 5 の径が大きく変化し、特に貫通細孔 5 のプラズマ側のウエハ 4 に対抗する開口部はラップ状に拡大するよう変化する。それに伴って、プラズマ 11 の一部がエッティングガス 7 の流れに逆らって逆流し、冷却板 3 に損傷を与え、冷却板 3 の貫通細孔が溶融し、冷却板の溶融物がウエハ 4 に付着するなどの課題があった。

50

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

そこで、本発明者等は、プラズマの一部がエッティングガスの流れに逆らって逆流し、それによって冷却板に損傷を与えることのないシリコン電極板を得るべく研究を行った。その結果、

(イ) シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向の板厚途中まで穿孔された有底垂直細孔を形成し、この有底垂直細孔の途中に接続し冷却板側に抜けるように形成されたシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の傾斜細孔を形成することによって垂直細孔の先端の延長部に行き止まりの細孔(以下、行止り延長細孔という)が形成された貫通細孔を有するシリコン電極板は、プラズマの逆流による冷却板の損傷がなくなる。10

(ロ) シリコン電極板1のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって板厚途中まで穿孔された有底傾斜細孔と、この有底傾斜細孔の途中に接続し冷却板側に抜けるように形成されたシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向の垂直細孔を形成することによって傾斜細孔の先端延長部に行止り延長細孔が形成されている貫通細孔を有するシリコン電極板はプラズマの逆流による冷却板の損傷がなくなる、

(ハ) シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって板厚途中まで穿孔された有底傾斜細孔と、この有底傾斜細孔の途中に接続し冷却板側に抜けるように形成されたシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の傾斜細孔を形成することによって傾斜細孔の先端延長部に行止り延長細孔が形成されている貫通細孔を有するシリコン電極板はプラズマの逆流による冷却板の損傷がなくなる、などのという知見を得たのである。20

**【0006】**

この発明は、かかる知見に基づいてなされたものであって、

(1) シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向に向かって形成された垂直細孔と、この垂直細孔に接続しつつ冷却板側に抜けるように形成されたシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の傾斜細孔からなる貫通細孔を有するシリコン電極板において、

前記シリコン電極板の厚さ方向に平行な方向の垂直細孔の先端延長部に、行止り延長細孔を形成してなる冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板。30

(2) シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された傾斜細孔と、この傾斜細孔に接続しつつ冷却板側に抜けるように形成されたシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向に向かって形成された垂直細孔からなる貫通細孔を有するシリコン電極板において、

前記シリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の傾斜細孔の先端延長部に、行止り延長細孔を形成してなる冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板、

(3) シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された傾斜細孔と、この傾斜細孔に接続しつつこの傾斜細孔の方向と異なる方向のシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって冷却板側に出るように形成されている傾斜細孔からなる貫通細孔を有するシリコン電極板において、40

前記プラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された傾斜細孔の先端延長部に、行止り延長細孔を形成してなる冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板、に特徴を有するものである。

このシリコン電極板はいずれも単結晶、多結晶、または柱状晶のシリコンからなるものである。したがって、この発明は、

(4) 前記シリコン電極板は、単結晶シリコン、多結晶シリコンまたは柱状晶シリコンからなる前記(1)、(2)または(3)記載の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板、に特徴を有するものである。50

## 【0007】

この発明のプラズマエッティング用シリコン電極板を図面に基づいて一層詳細に説明する。

図1～3は、この発明のプラズマエッティング用シリコン電極板の断面説明図であり、図1～3において1はシリコン電極板、2および2'はシリコン電極板1の厚さ方向に平行方向に形成された垂直細孔であり、12および12'はシリコン電極板1の厚さ方向に非平行方向に形成された傾斜細孔である。

図1に示されるこの発明の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板は、シリコン電極板1のプラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に平行な方向に向かって形成された垂直細孔2と、この垂直細孔2に接続しあつ冷却板側に抜けるように形成されたシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の傾斜細孔12からなる貫通細孔を有するシリコン電極板1において、前記シリコン電極板1の厚さ方向に平行な方向の垂直細孔の先端延長部に、行止り延長細孔13を形成してなるものである。

そして、図1に示されるこの発明の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板は、通常のシリコン板にプラズマ側から板厚途中まで垂直細孔を穿孔して有底垂直細孔を形成し、この有底垂直細孔の途中に接続するように傾斜細孔12を冷却板側から穿孔することにより作製することができる。有底垂直細孔の途中に接続する傾斜細孔を冷却板側から穿孔することにより二つの細孔が直線的に接続することが無く枝分かれ状に接続し、それによって、傾斜細孔12の先端延長部に行止り延長細孔13が形成され、図1に示される垂直細孔2、傾斜細孔12および行止り延長細孔13からなる貫通細孔を作製することができる。

## 【0008】

図2に示されるこの発明の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板は、シリコン電極板のプラズマ側からシリコン電極板1の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された傾斜細孔12'と、この傾斜細孔12'に接続しあつ冷却板側に抜けるように形成されたシリコン電極板1の厚さ方向に平行な方向に向かって形成された垂直細孔2'からなる貫通細孔を有するシリコン電極板において、前記シリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向の傾斜細孔12'の先端延長部に、行止り延長細孔13を形成してなるものである。

そして、図2に示されるこの発明の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板は、通常のシリコン板にプラズマ側から板厚途中まで傾斜細孔12'を穿孔して有底傾斜細孔を形成し、この有底傾斜細孔を有するシリコン板の有底傾斜細孔の途中に接続するように垂直細孔2'を冷却板側から穿孔することにより作製することができる。有底傾斜細孔の途中に接続する垂直細孔2'を冷却板側から穿孔することにより二つの細孔が直線的に接続することが無く枝分かれ状に接続し、傾斜細孔12'の先端延長部に行止り延長細孔13が形成され、図2に示される傾斜細孔12'、垂直細孔2'および傾斜細孔12'の先端延長部に形成された行止り延長細孔13からなる貫通細孔を有するこの発明のシリコン電極板を作製することができる。

## 【0009】

図3に示されるこの発明の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板は、シリコン電極板1のプラズマ側からシリコン電極板1の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された傾斜細孔12'と、この傾斜細孔12'に接続しあつこの傾斜細孔12'の方向と異なる方向のシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって冷却板側に出るように形成されている傾斜細孔12からなる貫通細孔を有するシリコン電極板において、前記プラズマ側からシリコン電極板の厚さ方向に非平行な方向に向かって形成された傾斜細孔12'の先端延長部に、行止り延長細孔13を形成してなるものである。

そして、図3に示されるこの発明の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板は、通常のシリコン板にプラズマ側から板厚途中まで傾斜細孔12'を穿孔して有底傾斜細孔を形成し、この有底傾斜細孔を有するシリコン板の有底傾斜細孔の途中

10

20

30

40

50

に接続するように傾斜細孔 1 2 を冷却板側から穿孔することにより作製することができる。有底傾斜細孔の途中に接続する傾斜細孔 1 2 を冷却板側から穿孔することにより二つの細孔が直線的に接続することが無く枝分かれ状に接続し、傾斜細孔 1 2' の先端延長部に行止り延長細孔 1 3 が形成され、図 3 に示される傾斜細孔 1 2' 、傾斜細孔 1 2 および行止り延長細孔 1 3 からなる貫通細孔を作製することができる。

【発明の効果】

【0010】

この発明の冷却板を損傷することのないプラズマエッティング用シリコン電極板は、長時間使用しても冷却板を損傷することができないのでコストが削減でき、半導体装置産業の発展に大いに貢献しうるものである。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

実施例 1

直径：300mm、厚さ：10mmの寸法を有する単結晶シリコン板を用意し、このシリコン板にプラズマ側から直径：0.5mmの細孔を孔間距離：8mmとなるようにかつシリコン板の厚さ方向に平行にシリコン板の厚さの2/3の深さとなるように有底垂直細孔を穿孔し、さらに冷却板側から直径：0.5mmの傾斜細孔をこの有底垂直細孔の途中に接続するように穿孔し、垂直細孔 2 、傾斜細孔 1 2 および行止り延長細孔 1 3 を有する図 1 に示される貫通細孔を形成した本発明シリコン電極板を作製した。

さらに直径：3mmの貫通細孔を設けた鍔部を有する A 1 製冷却板を用意した。

20

前記本発明シリコン電極板の貫通細孔の冷却板側端部と A 1 製冷却板の貫通細孔の端部が一致するようにボルトで固定して本発明プラズマエッティング用シリコン電極板 1 を作製した。

【0012】

従来例 1

実施例 1 で用意した単結晶シリコン板に垂直細孔 2 の先端と傾斜細孔 1 2 の先端が接続するように形成し、図 4 に示される行止り延長細孔の無い貫通細孔を形成した従来シリコン電極板を作製し、この従来シリコン電極板の貫通細孔の冷却板側端部が実施例 1 で用意した A 1 製冷却板の貫通細孔が一致するようにボルトで固定して従来プラズマエッティング用シリコン電極板 1 を作製した。

30

【0013】

実施例 2

直径：300mm、厚さ：10mmの寸法を有する単結晶シリコン板を用意し、このシリコン板にプラズマ側から直径：0.5mmの細孔を孔間距離：8mmとなるようにかつシリコン板の厚さ方向に非平行にシリコン板の厚さの2/3の深さとなるように有底傾斜細孔を穿孔し、さらに冷却板側から直径：0.5mmの垂直細孔をこの有底傾斜細孔の途中に接続するように穿孔し、傾斜細孔 1 2' 、垂直細孔 2' および行止り延長細孔 1 3 を有する図 2 に示される貫通細孔を形成した本発明シリコン電極板を作製した。

さらに直径：3mmの貫通細孔を設けた鍔部を有する A 1 製冷却板を用意した。

40

前記本発明シリコン電極板の貫通細孔の冷却板側端部と A 1 製冷却板の貫通細孔の端部が一致するようにボルトで固定して本発明プラズマエッティング用シリコン電極板 2 を作製した。

【0014】

従来例 2

実施例 2 で用意した単結晶シリコン板に傾斜細孔 1 2' の先端と垂直細孔 2' の先端が接続するように形成し、図 5 に示される行止り延長細孔の無い貫通細孔を形成した従来シリコン電極板を作製し、この従来シリコン電極板の貫通細孔の冷却板側端部と実施例 1 で用意した A 1 製冷却板の貫通細孔の端部が一致するようにボルトで固定して従来プラズマエッティング用シリコン電極板 2 を作製した。

【0015】

50

**実施例 3**

直径：300mm、厚さ：10mmの寸法を有する単結晶シリコン板を用意し、このシリコン板にプラズマ側から直径：0.5mmの細孔を孔間距離：8mmとなるようにかつシリコン板の厚さ方向に非平行にシリコン板の厚さの2/3の深さとなるように有底傾斜細孔を穿孔し、さらに冷却板側から直径：0.5mmの傾斜細孔をこの有底傾斜細孔の途中に接続するように穿孔し、傾斜細孔12'、傾斜細孔12および行止り延長細孔13を有する図3に示される貫通細孔を形成した本発明シリコン電極板を作製した。

さらに直径：3mmの貫通細孔を設けた鍔部を有するA1製冷却板を用意した。前記本発明シリコン電極板の貫通細孔の冷却板側端部とA1製冷却板の貫通細孔の端部が一致するようにボルトで固定して本発明プラズマエッティング用シリコン電極板3を作製した。  
10

**【0016】****従来例 3**

実施例3で用意した単結晶シリコン板に傾斜細孔12'の先端と傾斜細孔12の先端が接続するように傾斜細孔がくの字になるように形成し、図6に示される行止り延長細孔の無い貫通細孔を形成した従来シリコン電極板を作製し、この従来シリコン電極板の貫通細孔の冷却板側端部と実施例1で用意したA1製冷却板の貫通細孔の端部が一致するようにボルトで固定して従来プラズマエッティング用シリコン電極板3を作製した。

**【0017】**

この本発明プラズマエッティング用シリコン電極板1～3および従来プラズマエッティング用シリコン電極板1～3をプラズマエッティング装置にセットし、さらにウエハをセットし、周波数：13.5MHz、出力：800W、プラズマ発生ガス：Arガスの条件でプラズマを発生させ、表1に示される長時間にわたってプラズマエッティングを行い、本発明プラズマエッティング用シリコン電極板1～3および従来プラズマエッティング用シリコン電極板1～3を取り出してA1製冷却板の損傷の有無を目視にて観察しその結果を表1に示した。  
20

**【0018】****【表1】**

プラズマエッティング用シリコン電極板		プラズマエッティング時間(時間)	A1製冷却板の損傷の有無
本発明	1	400	無
従来			有
本発明	2	400	無
従来			有
本発明	3	400	無
従来			有

30

**【0019】**

表1に示される結果から、行止り延長細孔のない貫通細孔を形成したシリコン電極板を取付けた従来プラズマエッティング用シリコン電極板1～3のA1製冷却板には損傷が見られたが、行止り延長細孔を有する貫通細孔を形成したシリコン電極板を取付けた本発明プラズマエッティング用シリコン電極板1～3のA1製冷却板には損傷が見られなかった。

**【図面の簡単な説明】**

40

50

## 【0020】

【図1】この発明のプラズマエッティング用シリコン電極板を説明するための断面説明図である。

【図2】この発明のプラズマエッティング用シリコン電極板を説明するための断面説明図である。

【図3】この発明のプラズマエッティング用シリコン電極板を説明するための断面説明図である。

【図4】従来のプラズマエッティング用シリコン電極板を説明するための断面説明図である。

【図5】従来のプラズマエッティング用シリコン電極板を説明するための断面説明図である 10

。

【図6】従来のプラズマエッティング用シリコン電極板を説明するための断面説明図である

。

【図7】従来のプラズマエッティング用シリコン電極板を説明するための断面説明図である

。

【図8】従来のプラズマエッティング用シリコン電極板の使用状態を説明するための一部断面側面説明図である。

## 【符号の説明】

## 【0021】

1 シリコン電極板 20

2 垂直細孔

2' 垂直細孔

3 冷却板

4 ウエハ

5 貫通細孔

6 ボルト

7 エッティングガス

8 架台

9 プラズマエッティング用シリコン電極板

10 鑄 30

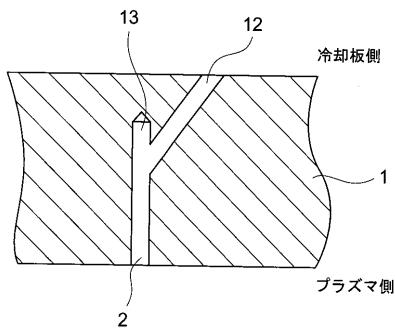
11 プラズマ

12 傾斜細孔

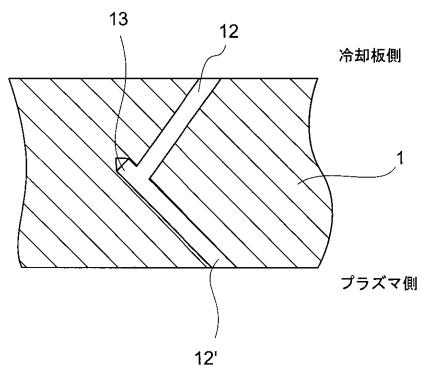
12' 傾斜細孔

13 行止り延長細孔

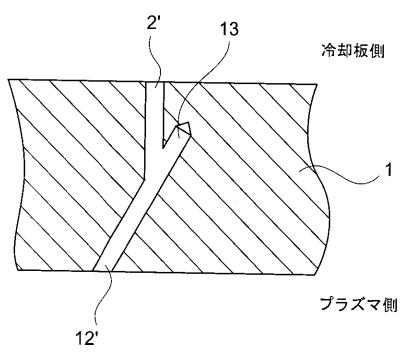
【図1】



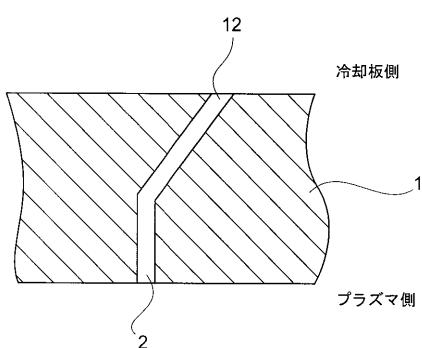
【図3】



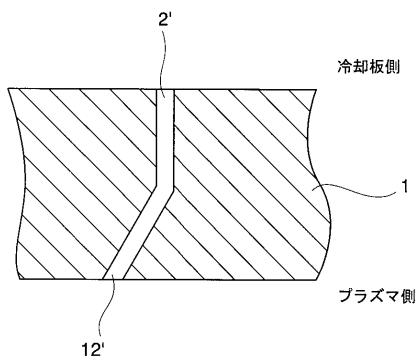
【図2】



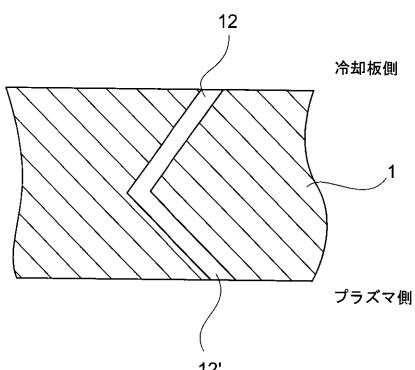
【図4】



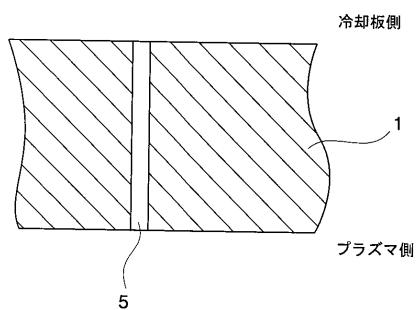
【図5】



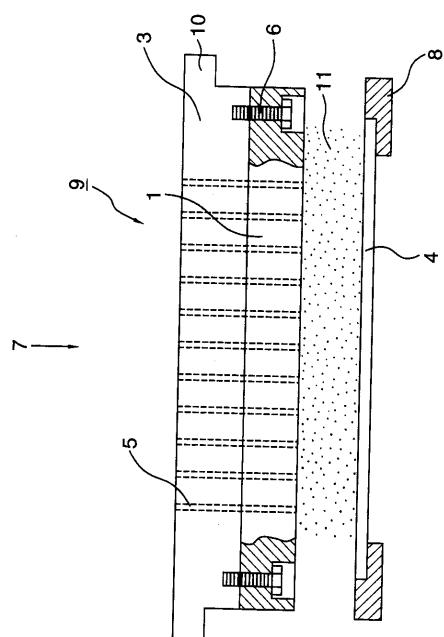
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-050678(JP,A)  
実開平05-048333(JP,U)  
特開2007-005491(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065