

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4806803号
(P4806803)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月26日(2011.8.26)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 23/12 (2006.01) H O 1 L 23/12 J

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-360846 (P2003-360846)	(73) 特許権者	506365131
(22) 出願日	平成15年10月21日(2003.10.21)		DOWAメタルテック株式会社
(65) 公開番号	特開2005-129577 (P2005-129577A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成17年5月19日(2005.5.19)	(74) 代理人	100107548
審査請求日	平成18年7月25日(2006.7.25)		弁理士 大川 浩一
審判番号	不服2009-16707 (P2009-16707/J1)	(72) 発明者	小山内 英世
審判請求日	平成21年9月9日(2009.9.9)		東京都千代田区丸の内一丁目8番2号
			同和鋳業株式会社内
		(72) 発明者	高橋 貴幸
			東京都千代田区丸の内一丁目8番2号
			同和鋳業株式会社内
		(72) 発明者	浪岡 睦
			東京都千代田区丸の内一丁目8番2号
			同和鋳業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属-セラミックス接合基板およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部にセラミックス基板を配置した鋳型内に金属溶湯を注湯してセラミックス基板の両面に接触させた後に冷却して固化させることにより、セラミックス基板の一方の面に金属板が直接接合するとともに他方の面に放熱用金属ベース部材が直接接合した金属-セラミックス接合基板を製造する方法において、セラミックス基板の一方の面が放熱用金属ベース部材と接触せず且つ他方の面が放熱用金属ベース部材に直接接合するとともにセラミックス基板の側面の少なくとも一部が放熱用金属ベース部材に直接接合するように、セラミックス基板を放熱用金属ベース部材に直接接合することを特徴とする、金属-セラミックス接合基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属-セラミックス接合基板およびその製造方法に関し、特に、セラミックス基板に一方の面に回路用金属板が接合するとともに他方の面に放熱用金属ベース板が接合した金属-セラミックス接合基板およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電気自動車、電車、工作機械などの大電流を制御するためのパワーモジュールの絶縁基板として、セラミックス基板に一方の面に回路用金属板が接合するとともに他方の

面に平板状の放熱用金属ベース板が接合した金属 - セラミックス接合基板が使用されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】特開2002-76551号公報（段落番号0030-0031）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来の金属 - セラミックス接合基板では、ヒートサイクルに対する信頼性が必ずしも十分ではない場合があった。

【0005】

したがって、本発明は、このような従来の問題点に鑑み、ヒートサイクルに対する信頼性を向上させることができる、金属 - セラミックス接合基板およびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、セラミックス基板の一方の面に金属板が接合するとともに他方の面に金属ベース部材が接合した金属 - セラミックス接合基板において、セラミックス基板の少なくとも一部を金属ベース部材に埋め込むことにより、ヒートサイクルに対する信頼性を向上させることができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】

すなわち、本発明による金属 - セラミックス接合基板は、セラミックス基板の一方の面に金属板が接合するとともに他方の面に金属ベース部材が接合した金属 - セラミックス接合基板において、セラミックス基板の少なくとも一部が金属ベース部材に埋め込まれていることを特徴とする。この金属 - セラミックス接合基板において、セラミックス基板の一部が金属ベース部材に埋め込まれ、セラミックス基板が金属ベース部材と略平行に配置されているのが好ましい。あるいは、セラミックス基板の全ての部分を金属ベース部材に埋め込み、セラミックス基板を金属ベース部材と略平行に配置してもよい。

【0008】

また、本発明による金属 - セラミックス接合基板は、セラミックス基板の一方の面に金属板が接合するとともに他方の面に金属ベース部材が接合した金属 - セラミックス接合基板において、セラミックス基板の側面の少なくとも一部が金属ベース部材に接合していることを特徴とする。この金属 - セラミックス接合基板において、セラミックス基板の側面の一部が金属ベース部材に接合し、セラミックス基板が金属ベース部材と略平行に配置されているのが好ましい。あるいは、セラミックス基板の側面の全面を金属ベース部材に接合し、セラミックス基板を金属ベース部材と略平行に配置してもよい。

【0009】

また、上記の金属 - セラミックス接合基板において、金属板がセラミックス基板を介して金属ベース部材から所定の距離だけ離間しているのが好ましい。

【0010】

また、本発明による金属 - セラミックス接合基板の製造方法は、セラミックス基板の一方の面に金属板が接合するとともに他方の面に金属ベース部材が接合した金属 - セラミックス接合基板の製造方法において、セラミックス基板の少なくとも一部が金属ベース部材に埋め込まれるように、あるいは、セラミックス基板の他方の面が金属ベース部材に接合するとともにセラミックス基板の側面の少なくとも一部が金属ベース部材に接合するように、セラミックス基板を金属ベース部材に接合することを特徴とする。これらの金属 - セラミックス接合基板の製造方法において、金属板および金属ベース部材の少なくとも一方とセラミックス基板との間の接合が溶湯接合法によって行われるのが好ましい。

【0011】

さらに、本発明によるパワーモジュールは、上記のいずれかの金属 - セラミックス接合

10

20

30

40

50

基板を用いたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、セラミックス基板の一方の面に金属板が接合するとともに他方の面に金属ベース部材が接合した金属 - セラミックス接合基板において、セラミックス基板の少なくとも一部を金属ベース部材に埋め込むことにより、ヒートサイクルに対する信頼性を向上させることができる。

【0013】

また、従来の金属 - セラミックス接合基板と比べて、ヒートサイクル後の金属ベース板のクラックの発生を抑制することができるので、クラックの発生による放熱性の低下を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明による金属 - セラミックス接合基板の実施の形態では、セラミックス基板の一方の面に金属板が接合するとともに他方の面に金属ベース部材が接合した金属 - セラミックス接合基板において、セラミックス基板の少なくとも一部が金属ベース部材に埋め込まれている。

【0015】

なお、セラミックス基板としては、 AlN 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 または SiC を主成分とするセラミックス基板を使用するのが好ましい。また、金属板としては、電気特性や熱伝導性の観点から、アルミニウム、銅またはこれらの合金からなる金属板を使用するのが好ましい。

【0016】

以下、添付図面を参照して、本発明による金属 - セラミックス接合基板およびその製造方法の実施の形態について詳細に説明する。

【0017】

[第1の実施の形態]

図1および図2は、本発明による金属 - セラミックス接合基板の第1の実施の形態を示している。図1および図2に示すように、本実施の形態の金属 - セラミックス接合基板10は、略矩形の平板状のセラミックス基板12と、このセラミックス基板の一方の面に接合し、セラミックス基板12より小さい略矩形の平板状の少なくとも1枚(図1および図2では1枚のみを示す)の回路用金属板14と、セラミックス基板12の他方の面に接合した平面形状が略矩形の放熱用金属ベース板16とから構成されている。本実施の形態では、セラミックス基板12は、約半分の厚さ分だけ金属ベース板16に埋め込まれて金属ベース板16と平行に配置され、金属板14と金属ベース板16とを所定の距離だけ離間させている。

【0018】

この実施の形態の金属 - セラミックス接合基板10は、例えば、図3に示す鋳型20を用意し、この鋳型20の内部にセラミックス基板12を配置させ、鋳型20の内部に金属溶湯を注湯してセラミックス基板12の両面に接触させた後に冷却して固化させることにより、セラミックス基板12の一方の面に回路用金属板14を接合するとともに他方の面に放熱用金属ベース板16を接合することによって製造することができる。

【0019】

図3に示すように、鋳型20は、平面形状が略矩形のカーボンまたは多孔性金属などの通気性材料からなる下側鋳型部材22と上側鋳型部材24から構成されている。下側鋳型部材22の上面の略中央部には、セラミックス基板12と略等しい平面形状および面積でセラミックス基板12の厚さの約半分の深さのセラミックス基板保持部22aとしての凹部が形成され、このセラミックス基板保持部22aの底面の略中央部には、回路用金属板14と略等しい形状および大きさの回路用金属板形成部22bとしての凹部が形成されている。上側鋳型部材24の内部には、放熱用金属ベース板16と略等しい形状および大き

10

20

30

40

50

さの金属ベース板形成部 2 4 a が形成されている。なお、上側鋳型部材 2 4 には、金属溶湯を鋳型 2 0 内に注湯するための（図示しない）注湯口が形成されている。また、下側鋳型部材 2 2 には、金属ベース板形成部 2 4 a と回路用金属板形成部 2 2 b との間に延びる（図示しない）注湯流路が形成され、セラミックス基板保持部 2 2 a 内にセラミックス基板 1 2 を収容したときにも金属ベース板形成部 2 4 a と回路用金属板形成部 2 2 b との間が連通するようになっている。

【 0 0 2 0 】

この鋳型 2 0 の下側鋳型部材 2 2 のセラミックス基板保持部 2 2 a 内にセラミックス基板 1 2 を収容し、下側鋳型部材 2 2 の上に上側鋳型部材 2 4 を配置して固定した後、金属ベース板形成部 2 4 a 内にアルミニウム溶湯などの金属溶湯を注湯し、溶湯流路を介して回路用金属板形成部 2 2 b まで金属溶湯を充填し、その後、冷却して金属溶湯を固化させることにより、図 1 および図 2 に示す金属 - セラミックス接合基板 1 0 が得られる。

10

【 0 0 2 1 】

[第 2 の実施の形態]

図 4 は、本発明による金属 - セラミックス接合基板の第 2 の実施の形態を示している。図 4 に示すように、本実施の形態の金属 - セラミックス接合基板 1 1 0 は、略矩形の平板状のセラミックス基板 1 1 2 と、このセラミックス基板の一方の面に接合し、セラミックス基板 1 1 2 より小さい略矩形の平板状の少なくとも 1 枚（図 4 では 1 枚のみを示す）の回路用金属板 1 1 4 と、セラミックス基板 1 1 2 の他方の面に接合した平面形状が略矩形の放熱用金属ベース板 1 1 6 とから構成されている。本実施の形態では、セラミックス基板 1 1 2 は、全ての厚さ分だけ金属ベース板 1 1 6 に埋め込まれて金属ベース板 1 1 6 と平行に配置され、金属板 1 1 4 と金属ベース板 1 1 6 とを所定の距離だけ離間させている。また、セラミックス基板 1 1 2 の金属板 1 1 4 側の面と金属ベース板 1 1 6 の金属板 1 1 4 側の露出面が同一の高さになっている。

20

【 0 0 2 2 】

この実施の形態の金属 - セラミックス接合基板 1 1 0 は、例えば、図 5 に示す鋳型 1 2 0 を用意し、この鋳型 1 2 0 の内部にセラミックス基板 1 1 2 を配置させ、鋳型 1 2 0 の内部に金属溶湯を注湯してセラミックス基板 1 1 2 の両面に接触させた後に冷却して固化させることにより、セラミックス基板 1 1 2 の一方の面に回路用金属板 1 1 4 を接合するとともに他方の面に放熱用金属ベース板 1 1 6 を接合することによって製造することができる。

30

【 0 0 2 3 】

図 5 に示すように、鋳型 1 2 0 は、平面形状が略矩形のカーボンまたは多孔性金属などの通気性材料からなる下側鋳型部材 1 2 2 と上側鋳型部材 1 2 4 から構成されている。下側鋳型部材 1 2 2 の上面の略中央部には、回路用金属板 1 1 4 と略等しい形状および大きさの回路用金属板形成部 1 2 2 b としての凹部が形成され、この回路用金属板形成部 1 2 2 b の上にセラミックス基板 1 1 2 が配置されるようになっている。また、上側鋳型部材 1 2 4 の内部には、セラミックス基板 1 1 2 が埋め込まれる放熱用金属ベース板 1 1 6 と略等しい形状および大きさの金属ベース板形成部 1 2 4 a が形成されている。なお、上側鋳型部材 1 2 4 には、金属溶湯を鋳型 1 2 0 内に注湯するための（図示しない）注湯口が形成されている。また、下側鋳型部材 1 2 2 には、金属ベース板形成部 1 2 4 a と回路用金属板形成部 1 2 2 b との間に延びる（図示しない）注湯流路が形成され、回路用金属板形成部 1 2 2 b の上にセラミックス基板 1 1 2 が配置されたときにも金属ベース板形成部 1 2 4 a と回路用金属板形成部 1 2 2 b との間が連通するようになっている。

40

【 0 0 2 4 】

なお、下側鋳型部材 1 2 2 の上面のセラミックス基板 1 1 2 の各側面に対応する部分に、セラミックス基板 1 1 2 の位置決め用の（図示しない）微小の突起またはリブを設け、これらの突起またはリブに囲まれた領域内にセラミックス基板 1 1 2 を配置するのが好ましい。また、これらの突起またはリブは、ヒートサイクル後にクラックが発生し易いセラミックス基板 1 1 2 の角部が放熱用金属ベース板 1 1 6 で覆われるように、セラミックス

50

基板 1 1 2 の角部に対応する部分を除いた各側面の略中央に対応する部分に設けるのが好ましい。

【 0 0 2 5 】

この鋳型 1 2 0 の下側鋳型部材 2 2 の回路用金属板形成部 1 2 2 b の上の所定の位置にセラミックス基板 1 1 2 を配置させ、下側鋳型部材 1 2 2 の上に上側鋳型部材 1 2 4 を配置して固定した後、金属ベース板形成部 1 2 4 a 内にアルミニウム溶湯などの金属溶湯を注湯し、溶湯流路を介して回路用金属板形成部 1 2 2 b まで金属溶湯を充填し、その後、冷却して金属溶湯を固化させることにより、図 4 に示す金属 - セラミックス接合基板 1 1 0 が得られる。

【 0 0 2 6 】

このようにして製造した第 1 または第 2 の実施の形態の金属 - セラミックス接合基板は、回路用金属板に回路パターンを形成した後、パワーモジュール用のセラミックス回路基板や、半導体実装用のセラミックス回路基板として使用することができる。例えば、このようにして製造された金属 - セラミックス接合回路基板を用いて、Si チップなどの半導体チップの半田付け、アルミワイヤのボンディングなどによる配線、プラスチックパッケージの接着などのアセンブリ工程を経て、ヒートサイクルに対する信頼性の高いパワーモジュールを得ることができる。

【 0 0 2 7 】

なお、上記の第 1 および第 2 の実施の形態では、金属 - セラミックス接合基板を溶湯法によって製造する場合について説明したが、本発明による金属 - セラミックス接合基板は、ろう接法や直接接合法などの他の方法によって製造してもよい。

【 0 0 2 8 】

また、上記の第 1 および第 2 の実施の形態では、放熱用金属ベース板の形状が略平板状であり、そのセラミックス基板と反対側の面（裏面）が平面状であったが、本発明による金属 - セラミックス接合基板では、裏面にフィンが形成されたフィン付ベース板や内部に水冷用の水路が設けられた水冷ベース板などを放熱用金属ベース板として使用してもよい。このような金属ベース板を使用しても、上記の第 1 および第 2 の実施の形態と同様の効果が得られる。また、上記の第 1 および第 2 の実施の形態では、回路用金属板が 1 枚の場合について図示して説明したが、回路用金属板が複数の場合でも同様の効果が得られる。

【 0 0 2 9 】

また、上記の第 1 および第 2 の実施の形態では、放熱用金属ベース板の金属板側の面のセラミックス基板のまわりの部分が平面であったが、本発明による金属 - セラミックス接合基板では、図 6 ~ 図 9 に示すように、放熱用金属ベース板がセラミックス基板の周囲を取り囲んでセラミックス基板の側面の一部または全部に接合するように、放熱用金属ベース板の金属板側の面に滑らかな隆起部または階段状の隆起部を設けてもよい。このように、セラミックス基板の側面の少なくとも一部が放熱用金属ベース板に接合していれば、上記の第 1 および第 2 の実施の形態と同様の効果が得られる。なお、図 6 ~ 図 9 において、参照符号 2 1 0、3 1 0、4 1 0 および 5 1 0 は金属 - セラミックス接合基板、参照符号 2 1 2、3 1 2、4 1 2 および 5 1 2 はセラミックス基板、参照符号 2 1 4、3 1 4、4 1 4 および 5 1 4 は回路用金属板、参照符号 2 1 6、3 1 6、4 1 6 および 5 1 6 は放熱用金属ベース板を示す。

【実施例】

【 0 0 3 0 】

[実施例 1]

第 1 の実施の形態の金属 - セラミックス接合基板の製造方法と同様の方法により、3 6 mm x 4 0 mm x 0 . 6 3 5 mm の窒化アルミニウム基板の一方の面に厚さ 0 . 4 mm の 3 枚のアルミニウム板を接合するとともに、窒化アルミニウム基板が 0 . 3 mm 程度の厚さ分だけアルミニウムベース板に埋め込まれるように、窒化アルミニウム基板の他方の面に厚さ 5 mm でのアルミニウムベース板を接合し、第 1 の実施の形態の金属 - セラミックス接合基板と同様の形状の金属 - セラミックス接合基板を得た。この金属 - セラミックス

10

20

30

40

50

接合基板に対して、20 × 10分 - 40 × 30分 20 × 10分 125 × 30分を1サイクルとするヒートサイクルを3000回行った後に、窒化アルミニウム基板の下側のアルミニウムベース板に亀裂が確認されず、同様のヒートサイクルを5000回行った後にも亀裂が確認されなかった。

【0031】

[実施例2]

第2の実施の形態の金属 - セラミックス接合基板の製造方法と同様の方法により、36 mm × 40 mm × 0.635 mmの窒化アルミニウム基板の窒化アルミニウム基板の一方の面に厚さ0.4 mmの3枚のアルミニウム板を接合するとともに、窒化アルミニウム基板が全ての厚さ分だけアルミニウムベース板に埋め込まれるように、窒化アルミニウム基板の他方の面に厚さ5 mmでのアルミニウムベース板を接合し、第2の実施の形態の金属 - セラミックス接合基板と同様の形状の金属 - セラミックス接合基板を得た。この金属 - セラミックス接合基板に対して、実施例1と同様のヒートサイクルを3000回行った後に、窒化アルミニウム基板の下側のアルミニウムベース板に亀裂が確認されず、同様のヒートサイクルを5000回行った後にも亀裂が確認されなかった。

【0032】

[比較例]

図10に示すように、第1および第2の実施の形態と同様に溶湯法によって、36 mm × 40 mm × 0.635 mmの窒化アルミニウム基板612の一方の面に厚さ0.4 mmの3枚(図5では1枚のみを示す)のアルミニウム板614を接合するとともに、他方の面に厚さ5 mmのアルミニウムベース板616を接合し、金属 - セラミックス接合基板610を得た。この金属 - セラミックス接合基板に対して、実施例1と同様のヒートサイクルを3000回行った後に、窒化アルミニウム基板の下側のアルミニウムベース板に長さ3 mmの亀裂が生じた。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明による金属 - セラミックス接合基板の第1の実施の形態の平面図である。

【図2】図1の金属 - セラミックス接合基板のII - II線断面図である。

【図3】図1の金属 - セラミックス接合基板を製造するために使用する鋳型の断面図である。

【図4】本発明による金属 - セラミックス接合基板の第2の実施の形態の断面図である。

【図5】図4の金属 - セラミックス接合基板を製造するために使用する鋳型の断面図である。

【図6】本発明による金属 - セラミックス接合基板の第1の実施の形態の変形例の断面図である。

【図7】本発明による金属 - セラミックス接合基板の第1の実施の形態の他の変形例の断面図である。

【図8】本発明による金属 - セラミックス接合基板の第2の実施の形態の変形例の断面図である。

【図9】本発明による金属 - セラミックス接合基板の第2の実施の形態の他の変形例の断面図である。

【図10】比較例で製造した金属 - セラミックス接合基板の断面図である。

【符号の説明】

【0034】

10、110、210、310、410、510、610 金属 - セラミックス接合基板

12、112、212、312、412、512 セラミックス基板

14、114、214、314、414、514 回路用金属板

16、116、216、316、416、516 放熱用金属ベース板

20、120 鋳型

10

20

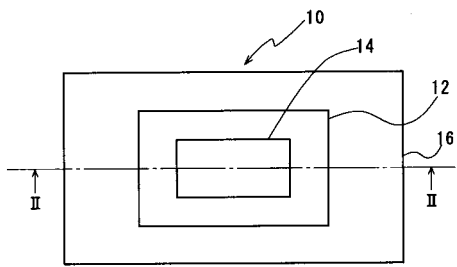
30

40

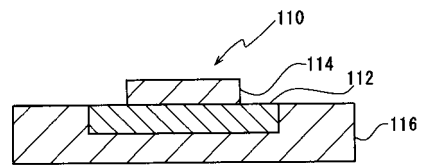
50

- 2 2、1 2 2 下側鑄型部材
- 2 2 a セラミックス基板保持部
- 2 2 b、1 2 2 b 回路用金属板形成部
- 2 4、1 2 4 上側鑄型部材
- 2 4 a、1 2 4 a 金属ベース板形成部
- 6 1 2 窒化アルミニウム基板
- 6 1 4 アルミニウム板
- 6 1 6 アルミニウムベース板

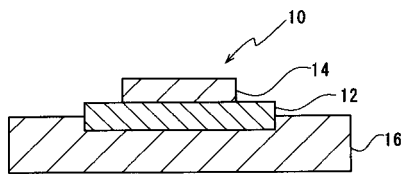
【図 1】



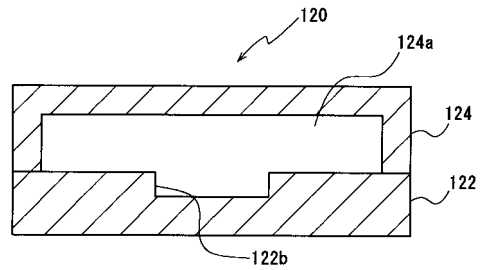
【図 4】



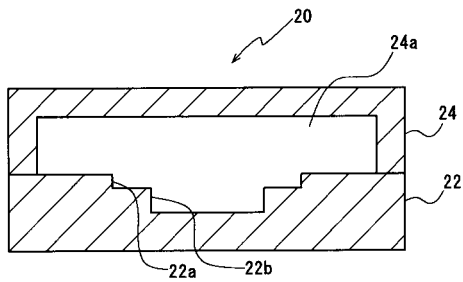
【図 2】



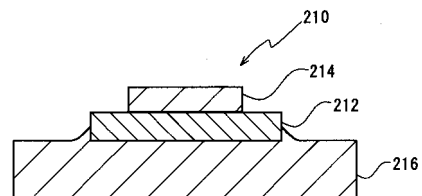
【図 5】



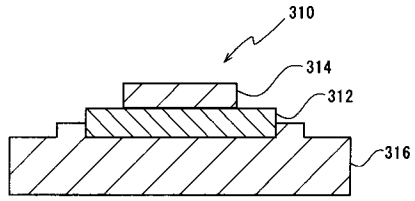
【図 3】



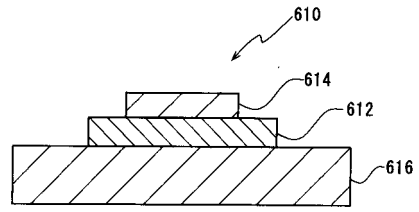
【図 6】



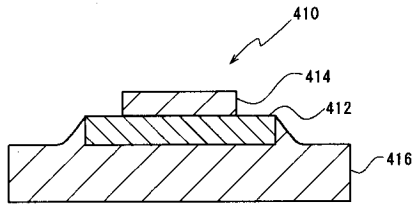
【図 7】



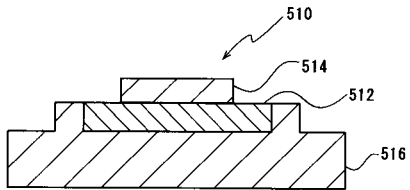
【図 10】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

合議体

審判長 徳永 英男

審判官 藤原 敬士

審判官 真々田 忠博