

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5258721号  
(P5258721)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl. F I  
H02M 7/48 (2007.01) H02M 7/48 Z

請求項の数 5 (全 9 頁)

|           |                              |           |                             |
|-----------|------------------------------|-----------|-----------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2009-216927 (P2009-216927) | (73) 特許権者 | 000006013                   |
| (22) 出願日  | 平成21年9月18日 (2009.9.18)       |           | 三菱電機株式会社                    |
| (65) 公開番号 | 特開2011-67045 (P2011-67045A)  |           | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号           |
| (43) 公開日  | 平成23年3月31日 (2011.3.31)       | (74) 代理人  | 100073759                   |
| 審査請求日     | 平成22年11月10日 (2010.11.10)     |           | 弁理士 大岩 増雄                   |
|           |                              | (74) 代理人  | 100093562                   |
|           |                              |           | 弁理士 児玉 俊英                   |
|           |                              | (74) 代理人  | 100088199                   |
|           |                              |           | 弁理士 竹中 考生                   |
|           |                              | (74) 代理人  | 100094916                   |
|           |                              |           | 弁理士 村上 啓吾                   |
|           |                              | (72) 発明者  | 早乙女 秀之                      |
|           |                              |           | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インバータ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属板に絶縁層を介して回路が設けられる第1の回路基板と、上記第1の回路基板より熱膨張係数が小さく、両面に部品の搭載が可能な第2の回路基板を備え、上記第2の回路基板を上記第1の回路基板と対向して配置したインバータ装置において、

上記第1の回路基板の上記第2の回路基板との対向面に半導体モジュールを備えると共に、上記第2の回路基板の上記第1の回路基板との対向面にセラミックコンデンサから成るスナバコンデンサを備え、さらに、上記半導体モジュールと上記スナバコンデンサとを電氣的に接続する配線を備えたことを特徴とするインバータ装置。

【請求項2】

上記配線にヒューズを備えたことを特徴とする請求項1に記載のインバータ装置。

【請求項3】

上記第1の回路基板と上記第2の回路基板の間に放熱板を備えたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のインバータ装置。

【請求項4】

上記第1の回路基板と上記第2の回路基板の間にノイズシールド板を備えたことを特徴とする請求項1～請求項3の何れか一項に記載のインバータ装置。

【請求項5】

上記第1の回路基板と上記第2の回路基板の間にゲル状シリコーン樹脂を備えたことを特徴とする請求項1～請求項3の何れか一項に記載のインバータ装置。

10

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、大電流用のインバータ回路を備えたインバータ装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、例えば特許文献1開示されているように、自動車の低燃費を目的として、エンジン（内燃機関）の出力を増加させるために、吸気通路上に電動機で駆動する過給機を設ける技術が知られている。

## 【0003】

この特許文献1に開示されている電動機には数kWの電動機出力が必要であるため、電動機を駆動するインバータ装置においては数十A以上の大電流が扱われる。また、上記電動機の回転数は数万rpmとなるため、上記インバータ装置における半導体モジュールは高速なスイッチングが求められる。

## 【0004】

図6は、従来のインバータ装置における回路図である。インバータ装置1は交流電源2からの交流を直流に変換するダイオード回路等からなる整流回路3と、その直流電流をほぼ一定に平滑化する平滑コンデンサ4と、その直流を任意の交流に変換し電動機5を駆動する半導体モジュール6と、半導体モジュール6やインバータ装置1を制御する制御回路7とを備えている。

## 【0005】

半導体モジュール6は、MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）やIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）などのパワー半導体装置で構成されるが、図6においてはMOSFET8を有するものを図示している。

## 【0006】

インバータ装置1は、半導体モジュール6に並列に接続されたスナバコンデンサ9をさらに備える。スナバコンデンサ9は、MOSFET8をオフにしたときに、MOSFET8のドレイン-ソース間において急激に上昇する電圧を緩和する。以下、この急激に上昇するドレイン-ソース間電圧をサージ電圧という。

## 【0007】

上記サージ電圧  $V$  は、電流変化率を  $di/dt$ 、インバータ回路の主回路インダクタンスを  $L$  とすると、 $V = -L \cdot (di/dt)$  によって求められる。上記インバータ回路の主回路インダクタンス  $L$  にはスナバコンデンサ9と半導体モジュール6を接続する配線インダクタンス10も含む。よって、配線インダクタンス10が小さいほど、スナバコンデンサ9の電気容量は小さくできる。

## 【0008】

例えば特許文献2では、インバータ装置1におけるスナバコンデンサ9と半導体モジュール6の配線インダクタンスを、また、特許文献3では平滑コンデンサ4と半導体モジュール6の配線インダクタンスを小さくすることにより、サージ電圧の発生を抑制し、スナバコンデンサ9の電気容量を小さくして、装置全体を小形化する技術が開示されている。

## 【0009】

上記従来の大電流を扱うインバータ装置は、一般に、図7の概略断面図に示すように構成されている。尚、図7の概略断面図では、図6の回路図における構成要素と同じ構成要素に、図6における符号と同一符号を付している。

## 【0010】

図7において、インバータ装置1は、半導体モジュール6やインバータ回路の制御を行う制御モジュール11と、大電流を扱うパワーモジュール12を備えている。パワーモジュール12は、搭載する半導体モジュール6や配線パターン13からの発熱を効率良く放熱して、高温化によるスナバコンデンサ9や半導体モジュール6を保護するために、樹脂基板よりも熱伝導性が良好な金属基板14が用いられる。

10

20

30

40

50

## 【0011】

金属基板14は、アルミニウムなどの金属のベース基板15に絶縁層16が設けられ、絶縁層16の上に銅配線パターン13が形成された回路基板であり、金属基板14には表面にスナバコンデンサ9とMOSFET8が搭載されている。

## 【0012】

半導体モジュール6のスイッチングオフ時のサージ電圧を低減するためには、電流変化率 $di/dt$ を小さくする、つまり半導体モジュール6のスイッチング速度を遅くする対策が考えられるが、数万rpmの回転数が求められる電動機5のインバータ装置1においては、高速スイッチングが要求されるため、電流変化率 $di/dt$ を小さくすることが難しく、スナバコンデンサ9の電気容量は比較的大きいものを使用される。

10

## 【0013】

一方、制御モジュール11は絶縁層17の上下を配線パターン18a、18bで挟んだ誘電体基板19で構成されており、配線パターン18a、18bに例えばICなどの部品(図7には明示せず)が搭載されている。

## 【0014】

さらに、インバータ装置1は、制御モジュール11とパワーモジュール12との間の電気信号を伝送する電気配線20を備えている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0015】

【特許文献1】特表平11-514064号公報

【特許文献2】特開平11-27959号公報

【特許文献3】特開2003-219661号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0016】

ところで、上記インバータ装置1において、大電流用のスナバコンデンサ9は電気容量が比較的大きいものに加えて、コンデンサの発熱による破壊を防止するために、等価直列抵抗の小さいものを使用される。

## 【0017】

電解コンデンサは、大きな電気容量が得られるが等価直列抵抗が大きい。また、表面実装型のフィルムコンデンサは、等価直列抵抗は小さいが、大きな電気容量が得られないため、電気容量を大きくするために物理的な形状を大きくするか複数個を並列接続して使用されることになり、インバータ回路全体が大形化してしまうという課題がある。

30

## 【0018】

一方、セラミックコンデンサは、等価直列抵抗も小さく比較的大きな電気容量が得られるため、スナバコンデンサへの適用が好ましい。

## 【0019】

しかしながら、金属基板14は誘電体基板19のような樹脂基板と比較し熱膨張係数が大きいため、セラミックコンデンサから成るスナバコンデンサ9を金属基板14に搭載すると、熱サイクルが加わった場合に、熱膨張係数の小さいセラミックコンデンサと金属基板14との間に、樹脂基板に搭載した場合に生じる熱膨張差よりも大きな熱膨張差が生じる。この熱膨張差により応力が発生し、セラミックコンデンサと金属基板14との間の実装部分に応力が加わって、セラミックコンデンサが破損するという課題がある。

40

## 【0020】

また、スナバコンデンサ9と半導体モジュール6を接続する配線(配線インダクタンス)10は、インダクタンスを小さくするため、理想的には半導体モジュール6のごく近傍に設けることが望ましいが、金属基板14はその構造上、片面にしか部品の搭載ができず、大電流を流すために配線パターン13が太くなるため、スナバコンデンサ9と半導体モジュール6を接続する配線(配線インダクタンス)10には構造上の制約が生じ、配線(

50

配線インダクタンス) 10を理想的に半導体モジュール6の近傍に設けることが難しいという課題がある。

【0021】

この発明は、上記課題を解決することを目的とするもので、パワーモジュールの大きさやスナバコンデンサの容量を小さくし、全体として小形化できるインバータ装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0022】

この発明に係るインバータ装置は、金属板に絶縁層を介して回路が設けられる第1の回路基板と、上記第1の回路基板より熱膨張係数が小さく、両面に部品の搭載が可能な第2の回路基板を備え、上記第2の回路基板を上記第1の回路基板と対向して配置したインバータ装置において、上記第1の回路基板の上記第2の回路基板との対向面に半導体モジュールを備えると共に、上記第2の回路基板の上記第1の回路基板との対向面にセラミックコンデンサから成るスナバコンデンサを備え、さらに、上記半導体モジュールと上記スナバコンデンサとを電氣的に接続する配線を備えたものである。

10

【発明の効果】

【0023】

この発明によれば、セラミックコンデンサから成るスナバコンデンサを樹脂基板で構成された制御モジュールに備えることにより、セラミックコンデンサの破損を防ぎ、かつ、スナバコンデンサと半導体モジュールとの間の配線インダクタンスを小さくできる効果がある。

20

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】この発明の実施の形態1に係るインバータ装置を示す概略断面図である。

【図2】この発明の実施の形態1に係るインバータ装置を示す部分斜視図である。

【図3】この発明の実施の形態2に係るインバータ装置を示す概略断面図である。

【図4】この発明の実施の形態3に係るインバータ装置を示す概略断面図である。

【図5】この発明の実施の形態4に係るインバータ装置を示す概略断面図である。

【図6】従来のインバータ装置における回路図である。

【図7】従来のインバータ装置を示す概略断面図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、添付の図面を参照して、この発明に係るインバータ装置について好適な実施の形態を説明する。

【0026】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係るインバータ装置の構成を示す概略断面図で、図2は、その部分斜視図を示している。この実施の形態では、パワー半導体装置はMOSFETを備えているが、IGBTなどのパワー半導体装置にも適用することが可能である。

【0027】

40

実施の形態1に係るインバータ装置1は、半導体モジュール6やインバータ装置1の制御を行う制御モジュール11と、大電流を扱うパワーモジュール12を備えている。パワーモジュール12は、半導体モジュール6や配線パターン13からの発熱を効率良く放熱し、高温化による半導体モジュール6を保護するために、樹脂基板よりも熱伝導性が良好な第1の基板、例えば金属基板14で構成されている。

【0028】

金属基板14は、アルミニウムなどの金属のベース基板15に絶縁層16が設けられ、絶縁層16の上に銅配線パターン13が形成された回路基板であり、金属基板14にはブリッジ接続したMOSFET8が搭載されている。

【0029】

50

また、制御モジュール 11 は、絶縁層 17 の上下を配線パターン 18 a、18 b で挟んだ第 2 の基板、例えばガラスエポキシ基板などの誘電体基板 19 を備えており、誘電体基板 19 の MOSFET 8 と対向する配線パターン 18 b には、セラミックコンデンサから成るスナバコンデンサ 9 が設けられている。

【0030】

また、ブリッジ接続された各相の MOSFET 8 の近傍には、スナバコンデンサ 9 と半導体モジュール 6 を接続する配線（配線インダクタンス）10 が接続される。

【0031】

さらに、インバータ装置 1 は、制御モジュール 11 とパワーモジュール 12 との間の電気信号を伝送する電気配線 20 を備えている。

【0032】

実施の形態 1 に係るインバータ装置 1 は上記のように構成されており、次に、上記構成に基づく作用について図 1 と図 2 により説明する。インバータ装置 1 はパワーモジュール 12 に与えられた直流電力を制御モジュール 11 から電気配線 20 を介して MOSFET 8 に与えられるゲート信号により、スイッチングをおこなって交流電力に変換し、その交流出力により図示しない電動機を駆動するものである。

【0033】

ここで、MOSFET 8 のスイッチング動作時において、スイッチングオフ時のサージ電圧の発生を抑制するためにセラミックコンデンサから成るスナバコンデンサ 9 が設けられている。このスナバコンデンサ 9 は、金属基板 14 よりも熱膨張係数の小さい誘電体基板 19 に設けられているため、熱サイクルが加わった場合に、セラミックコンデンサから成るスナバコンデンサ 9 と誘電体基板 19 との間の熱膨張差が金属基板 14 に設けられる場合と比較して小さくできる。

【0034】

すなわち、金属基板 14 にセラミックコンデンサから成るスナバコンデンサ 9 を設けた場合よりも熱膨張差による応力が減少し、セラミックコンデンサの破損を抑制することができる。

【0035】

また、従来、平面で構成していたスナバコンデンサ 9 と MOSFET 8 の配置を立体的に構成できるので、図 2 に示すように、スナバコンデンサ 9 と半導体モジュール 6 を接続する配線（配線インダクタンス）10 を MOSFET 8 の近傍に設けることが可能となる。従って、配線によるインダクタンスが小さくなり、スナバコンデンサ 9 の電気容量を従来よりも小さくすることができる。つまり、スナバコンデンサ 9 の電気容量を小さくすることに伴って、スナバコンデンサ 9 の物理的な形状を小さくできる。

【0036】

さらに、誘電体基板 19 は両面実装が可能のため、同等の基板寸法における部品の搭載面積が金属基板 14 と比較して大きく取れる。この誘電体基板 19 側にスナバコンデンサ 9 を設けることにより、従来の金属基板 14 に設けられていたスナバコンデンサ 9 の領域を削減することができ、インバータ装置全体の小形化を図ることができる。

【0037】

なお、金属基板 14 と誘電体基板 19 の間隔は小さいほど配線（配線インダクタンス）10 は低減できるので、両者の間隔は 10 mm 以下が好ましい。

【0038】

以上のように、実施の形態 1 に係るインバータ装置 1 によれば、セラミックコンデンサから成るスナバコンデンサ 9 を誘電体基板で構成される制御モジュール 11 に設けることで、熱サイクルが加わったときの基板とセラミックコンデンサとの熱膨張差を金属基板 14 に設ける場合よりも小さくし、セラミックコンデンサの破損を抑制でき、かつ、半導体モジュール 6 とスナバコンデンサ 9 を接続する配線 10 を半導体モジュール 6 の近傍に設けることで、配線 10 のインダクタンスを小さくでき、スナバコンデンサ 9 の容量を小さくすることに伴って、インバータ装置全体の小形化を図ることが可能である。

10

20

30

40

50

## 【0039】

実施の形態 2 .

次に、この発明の実施の形態 2 に係るインバータ装置について説明する。図 3 は、実施の形態 2 に係るインバータ装置の構成を示す概略断面図である。なお、実施の形態 1 における構成要素と同一部分には同一の符号を付して重複説明を省略する。

## 【0040】

実施の形態 2 は、スナバコンデンサ 9 と半導体モジュール 6 を接続する配線インダクタンス 10 にヒューズ 30 を備える点で実施の形態 1 と異なり、その他の構成については実施の形態 1 と同様である。

## 【0041】

何らかの理由によってセラミックコンデンサから成るスナバコンデンサ 9 が故障した場合、セラミックコンデンサは短絡故障となり、インバータ回路に短絡電流が流れるが、実施の形態 2 に係るインバータ装置によれば、配線（配線インダクタンス）10 にヒューズ 30 を接続しているため、短絡時の過電流でヒューズが溶解して、短絡電流を遮断でき、実施の形態 1 と同様の効果を有しながら、過電流時におけるインバータ装置 1 の保護が可能となる。

## 【0042】

実施の形態 3 .

次に、この発明の実施の形態 3 に係るインバータ装置について説明する。図 4 は、実施の形態 3 に係るインバータ装置の構成を示す概略断面図である。なお、実施の形態 1 における構成要素と同一部分には同一の符号を付して重複説明を省略する。

## 【0043】

実施の形態 3 は、制御モジュール 11 とパワーモジュール 12 との間に金属板 40 を備える点で実施の形態 1 と異なり、その他の構成については実施の形態 1 と同様である。

## 【0044】

実施の形態 3 に係るインバータ装置によれば、例えば金属板 40 を MOSFET 8 に接することで、MOSFET 8 の熱を金属基板 14 と金属板 40 の両側から放熱することが可能となり、実施の形態 1 と同様の効果を有しながら、より効果的な放熱が可能となる。

## 【0045】

また、本実施の形態では、金属板 40 を放熱作用に用いたが、さらに、制御モジュール 11 とパワーモジュール 12 間のノイズシールドとして用いることで、実施の形態 1 と同様の効果を有しながら、ノイズシールド作用が可能となる。

## 【0046】

実施の形態 4 .

次に、この発明の実施の形態 4 に係るインバータ装置について説明する。図 5 は、実施の形態 4 に係るインバータ装置の構成を示す概略断面図である。なお、実施の形態 1 における構成要素と同一部分には同一の符号を付して重複説明を省略する。

## 【0047】

実施の形態 4 は、制御モジュール 11 とパワーモジュール 12 との間にゲル状シリコーン樹脂 50 を備える点で実施の形態 1 と異なり、その他の構成については実施の形態 1 と同様である。

## 【0048】

ゲル状シリコーン樹脂 50 を制御モジュール 11 とパワーモジュール 12 との間に備えることにより、両者の絶縁破壊強度を向上させ、実施の形態 1 と同様の効果を有しながら、より効果的な絶縁効果が可能となる。

## 【0049】

なお、上記実施の形態 1 から実施の形態 4 では、パワー半導体装置としてブリッジ接続された 2 つの MOSFET 8 を用いたが、ブリッジ接続された 2 つの MOSFET 8 を並列に複数備えた構成でも同様の効果が得られ、その個数に制限されるものではない。

## 【0050】

10

20

30

40

50

また、上記実施の形態 1 から実施の形態 4 では、3 層で構成された誘電体基板 19 を用いているが、その層数に制限はなく、誘電体基板 19 の配線パターン 18 a 側にスナバコンデンサ 9 を備えることでも同等の効果を得ることが可能となる。

【0051】

また、上記実施の形態 1 から実施の形態 4 では、セラミックコンデンサから成るスナバコンデンサ 9 をブリッジ接続された MOSFET 8 にそれぞれ一つ備えているが、並列接続した複数のセラミックコンデンサでスナバコンデンサ 9 を構成しても同様の効果が得られ、その個数に制限されるものではない。

【0052】

以上、この発明はこれらの実施の形態のみに限られるものではなく、この発明の範囲内においてほかに種々の実施の形態が可能であることは当業者にとって明らかである。

10

【符号の説明】

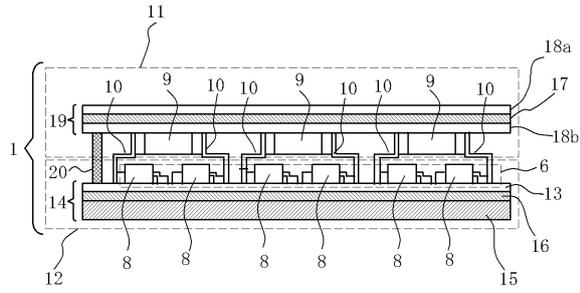
【0053】

- 1 インバータ装置
- 2 交流電源
- 3 整流ダイオード
- 4 平滑コンデンサ
- 5 電動機
- 6 半導体モジュール
- 7 制御回路
- 8 MOSFET
- 9 スナバコンデンサ
- 10 配線（配線インダクタンス）
- 11 制御モジュール
- 12 パワーモジュール
- 13 配線パターン
- 14 金属基板
- 15 ベース基板
- 16 絶縁層
- 17 絶縁層
- 18 a、18 b 配線パターン
- 19 誘電体基板
- 20 電気配線
- 30 ヒューズ
- 40 金属板
- 50 ゲル状シリコーン樹脂

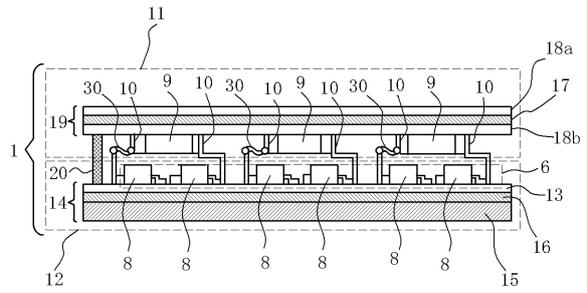
20

30

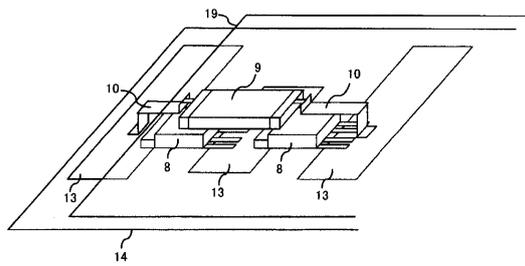
【図1】



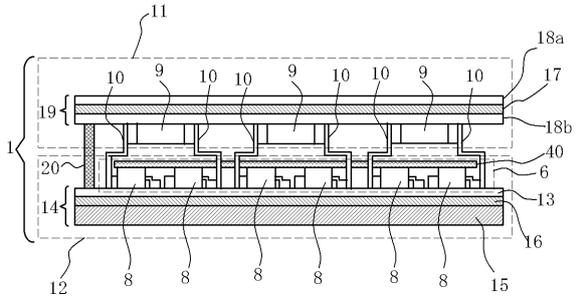
【図3】



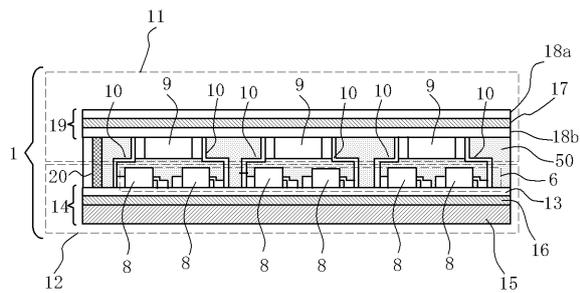
【図2】



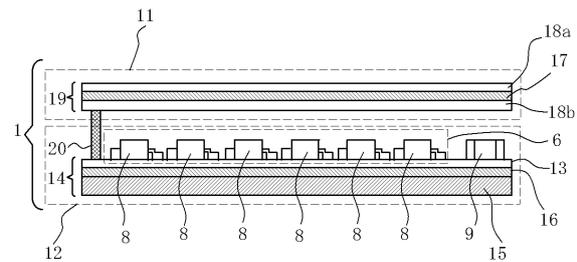
【図4】



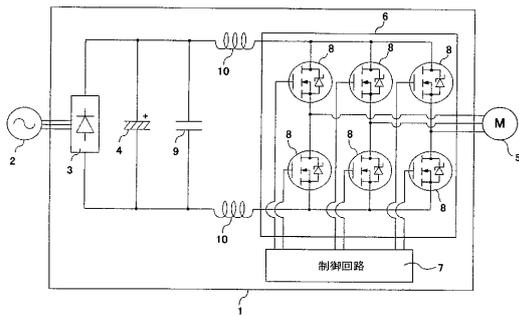
【図5】



【図7】



【図6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 武藤 貴哉  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 田中 英之  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 安池 一貴

- (56)参考文献 特開平10-229288(JP,A)  
特開2007-188646(JP,A)  
特開2004-079708(JP,A)  
特開2007-274765(JP,A)  
特開2007-151331(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02M 7/48