

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4903295号
(P4903295)

(45) 発行日 平成24年3月28日 (2012. 3. 28)

(24) 登録日 平成24年1月13日 (2012. 1. 13)

(51) Int. Cl.

F I

G06F 1/20 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)
H05K 7/18 (2006.01)

G06F 1/00 360A
G06F 1/00 360C
H05K 7/20 W
H05K 7/18 K

請求項の数 22 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2011-506335 (P2011-506335)
(86) (22) 出願日 平成21年4月1日 (2009. 4. 1)
(65) 公表番号 特表2011-518395 (P2011-518395A)
(43) 公表日 平成23年6月23日 (2011. 6. 23)
(86) 国際出願番号 PCT/US2009/039086
(87) 国際公開番号 W02009/131810
(87) 国際公開日 平成21年10月29日 (2009. 10. 29)
審査請求日 平成23年3月31日 (2011. 3. 31)
(31) 優先権主張番号 61/085, 934
(32) 優先日 平成20年8月4日 (2008. 8. 4)
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(31) 優先権主張番号 61/046, 540
(32) 優先日 平成20年4月21日 (2008. 4. 21)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 508341212
ハードコア コンピューター、インク、
アメリカ合衆国、55901-7598
ミネソタ州、ロチェスター、スイート デ
ィー、ハイウェイ 14 ウェスト 27
17
(74) 代理人 110000040
特許業務法人池内・佐藤アンドパートナ
ーズ
(72) 発明者 アトルジー、チャド、ダニエル
アメリカ合衆国、55901 ミネソタ州
、ロチェスター、54ス アヴェニュー
エヌダブリュー 5329

審査官 小林 正明

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配列接続された電子装置の液体浸漬冷却用ケース及びラックシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体浸漬冷却サーバーコンピュータアレイであって、前記液体浸漬冷却サーバーコンピ
ュータアレイは、

アレイ状に配列された複数のサーバーコンピュータケースであって、それぞれが
液密内部空間の範囲を定める蓋を含む複数の壁と、
前記内部空間内に配置されたサーバーロジックボードと、
前記サーバーロジックボードに配置された複数の発熱コンピュータ部品と、
前記内部空間内にあるプレナム筐体であって、前記プレナム筐体は、前記プレナム筐
体の内空間の範囲を定める外周側壁および上壁と、前記外周側壁の1つに形成され、前記
内空間に連通した冷却液入口と、前記内空間に連通した冷却液出口とを備え、前記プレナ
ム筐体は、前記サーバーロジックボードに配置された前記発熱コンピュータ部品の1つを
覆って配置され、前記プレナム筐体は、前記発熱コンピュータ部品の前記1つに対する冷
却効率を高めるために、前記冷却液入口を介して導入された冷却液が、前記冷却液出口に
向かって前記発熱コンピュータ部品の前記1つの上を流れるように、前記冷却液の流れを
収容し、前記プレナム筐体は前記サーバーロジックボードと共に前記液密内部空間から取
り外しが可能なプレナム筐体と、

前記内部空間内に配置され、前記サーバーロジックボードに配置された前記複数の発
熱コンピュータ部品が浸漬される誘電性冷却液と、

前記壁の1つにあって、前記誘電性冷却液が前記サーバーコンピュータケースに入る

ことを可能にする液体注入口と、

前記壁の1つにあって、前記誘電性冷却液が前記サーバーコンピュータケースから出
ることを可能にする液体排出口と、

前記内部空間内にあって、前記液体注入口と流体連通されたマニホールドであって、
前記マニホールドは前記サーバーロジックボードに搭載され、前記サーバーロジックボー
ドと共に前記液密内部空間からの取り外しが可能なマニホールドと、

前記内部空間内にあって、前記マニホールドおよび前記プレナム筐体の前記冷却液入
口と流体連通され、前記誘電性冷却液の流れを前記マニホールドから前記プレナム筐体に
導く管と、

前記壁の1つを通して伸び、前記サーバーロジックボード上の前記コンピュータ部品
に電氣的に接続された液密及び気密封止電気コネクタと、を備えるサーバーコンピュータ
ケースと、

前記液体浸漬冷却サーバーコンピュータアレイの前記複数のサーバーコンピュータケー
スが配列されるラックシステムと

を備える液体浸漬冷却サーバーコンピュータアレイ。

【請求項2】

前記液体注入口及び前記液体排出口は、それぞれ前記液体注入口及び前記液体排出口を
介する前記誘電性冷却液の流れを制御する急速着脱式バルブを備え、前記ラックシステム
は、前記サーバーコンピュータケースのそれぞれが前記ラックシステムに設置された時に
、前記サーバーコンピュータケースのそれぞれの前記液体注入口に係合する注入口用マニ
ホールドと、前記サーバーコンピュータケースのそれぞれの前記液体排出口に係合する排
出口用マニホールドとを備え、前記注入口用マニホールドと前記排出口用マニホールドは
それぞれ急速着脱式バルブを備える、請求項1に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュ
ータアレイ。

【請求項3】

前記ラックシステムは複数のI/Oコネクタを備え、前記封止電気コネクタは前記I/Oコ
ネクタと係合するように配置されている、請求項2に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピ
ュータアレイ。

【請求項4】

前記発熱コンピュータ部品の前記1つに接続されたヒートシンクをさらに備え、前記ヒ
ートシンクは、前記ヒートシンクが前記プレナム筐体の前記内空間内に配置されるように
前記プレナム筐体に覆われており、前記ヒートシンクは、前記プレナム筐体内の前記冷却
液の流れの方向と平行な方向に向けられた複数のフィンを備え、前記冷却液出口が前記冷
却液入口に対向して形成されている、請求項1に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュ
ータアレイ。

【請求項5】

前記プレナム筐体は、前記冷却液流入口に入る冷却液が、前記フィンの全域上を複数の
方向に流れるようにするエキスパンジョンチャンバを前記流入口の近くに備える、請求項
4に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュータアレイ。

【請求項6】

サーバーコンピュータアレイに着脱可能に取り付けができる液体浸漬冷却サーバーコン
ピュータであって、前記液体浸漬冷却サーバーコンピュータは、

液密内部空間の範囲を定める筐体と、

前記筐体の壁にある液体注入口であって、前記液体注入口は、前記サーバーコンピュ
ータが前記サーバーコンピュータアレイから取り外された時に、前記液体注入口を介する液
体の流れを制御する急速接続式バルブを備える液体注入口と、

前記筐体の壁にある液体排出口であって、前記液体排出口は、前記サーバーコンピュ
ータが前記サーバーコンピュータアレイから取り外された時に、前記液体排出口を介する液
体の流れを制御する急速接続式バルブを備える液体排出口と、

前記筐体の前記内部空間に配置されたサーバーロジックボードであって、前記サーバー

10

20

30

40

50

ロジックボード上には発熱電子機器が配置されたサーバーロジックボードと、

前記内部空間内にあるプレナム筐体であって、前記プレナム筐体は、前記プレナム筐体の内空間の範囲を定める外周側壁および上壁と、前記外周側壁の1つに形成され、前記内空間に連通した冷却液入口と、前記内空間に連通した冷却液出口とを備え、前記プレナム筐体は、前記サーバーロジックボードに配置された前記発熱電子機器の1つを覆って配置され、前記プレナム筐体は、前記発熱電子機器の前記1つに対する冷却効率を高めるために、前記冷却液入口を介して導入された冷却液が、前記冷却液出口に向かって前記発熱電子機器の前記1つの上を流れるように、前記冷却液の流れを収容し、前記プレナム筐体は前記サーバーロジックボードと共に前記液密内部空間から取り外しが可能なプレナム筐体と、

10

前記内部空間内に配置され、前記サーバーロジックボードに配置された前記複数の発熱電子機器が浸漬される誘電性冷却液と、

前記内部空間内であって、前記液体注入口と流体連通されたマニホールドであって、前記マニホールドは前記サーバーロジックボードに搭載され、前記サーバーロジックボードと共に前記液密内部空間から取り外しが可能なマニホールドと、

前記内部空間内であって、前記マニホールドおよび前記プレナム筐体の前記冷却液入口と流体連通され、前記誘電性冷却液の流れを前記マニホールドから前記プレナム筐体に導く管と、

前記プレナムに覆われ、前記発熱電子機器の前記1つに接続されたヒートシンクと、

前記筐体の壁を通して伸び、前記サーバーロジックボード上の前記電子機器に電氣的に接続された液密及び気密封止 I O コネクタと

20

を備える液体浸漬冷却サーバーコンピュータ。

【請求項7】

前記液体注入口及び前記液体排出口は、前記筐体の背壁または前記筐体の底壁にある、請求項6に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュータ。

【請求項8】

前記発熱電子機器は、サーバー電子機器またはプロセッサを含む、請求項6に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュータ。

【請求項9】

前記封止 I O コネクタは、前記筐体の背壁または前記筐体の上壁を通して伸びている、請求項6に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュータ。

30

【請求項10】

前記内部空間内に配置された複数のサーバーロジックボードをさらに備える、請求項8に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュータ。

【請求項11】

前記発熱電子機器は電源を含む、請求項6に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュータ。

【請求項12】

前記ヒートシンクは、前記プレナム筐体内の前記冷却液の流れの方向と平行な方向に向けられた複数のフィンを備え、前記冷却液出口が前記冷却液入口に対向して形成され、前記プレナム筐体は、前記冷却液流入口に入る冷却液が、前記フィンの全域上を複数の方向に流れるようにするエキスパンションチャンバを前記流入口の近くに備える、請求項6に記載の液体浸漬冷却サーバーコンピュータ。

40

【請求項13】

複数のサーバーコンピュータユニットを冷却する液体浸漬システムであって、

前記液体浸漬システムは、

内部空間を有し、前記内部空間内で誘電性冷却液を保持するように構成されたケースと、

、

複数のサーバーコンピュータユニットであって、前記複数のサーバーコンピュータユニットのそれぞれは、発熱可能な複数の電子部品を備え、前記複数のサーバーコンピュータ

50

ユニットは前記内部空間内に配置され、かつ互いに平行に配列され、前記複数のサーバーコンピュータユニットは、前記複数のサーバーコンピュータユニットそれぞれの前記電子部品によって発せられた熱が前記誘電性冷却液に吸収されるように前記誘電性冷却液に浸漬された前記電子部品を備え、

前記サーバーコンピュータユニットのそれぞれは、前記ケースの前記内部空間内にあるマニホールドであって、前記マニホールドは前記サーバーコンピュータユニットと共に前記内部空間から取り外すことができるようにそれぞれの前記サーバーコンピュータユニットに搭載されているマニホールドと、

前記内部空間内にあるプレナム筐体であって、前記プレナム筐体は、前記プレナム筐体の内空間の範囲を定める外周側壁および上壁と、前記外周側壁の1つに形成され、前記内空間に連通した冷却液入口と、前記内空間に連通した冷却液出口とを備え、前記プレナム筐体は、前記サーバーコンピュータユニットそれぞれの前記電子部品の1つを覆い、前記プレナム筐体は、前記電子部品の前記1つに対する冷却効率を高めるために、前記冷却液入口を介して導入された冷却液の流れが、前記冷却液出口に向かって前記電子部品の前記1つの上を流れるように、前記冷却液の流れを収容し、前記プレナム筐体は前記サーバーコンピュータユニットと共に前記ケースの前記内部空間から取り外しが可能なプレナム筐体と、

前記マニホールドに流体連結された流入側の端部と前記プレナム筐体の前記冷却液入口と流体連通された流出側の端部とを有し、冷却液を前記マニホールドから前記プレナム筐体に導く管とを備える複数のサーバーコンピュータユニットと、

前記ケースに接続され、前記誘電性冷却液を前記ケースに分配し、前記ケースから前記誘電性冷却液を受け取るように構成された液体分配ユニットと、

前記液体分配ユニットに接続され、前記液体分配ユニットが受け取った前記誘電性冷却液に吸収された熱の少なくとも一部を放散するように構成された熱交換ユニットとを備える液体浸漬システム。

【請求項14】

前記液体分配ユニットは、

前記ケースに接続された注入口と、

前記ケースに接続された排出口と、

前記複数のサーバーコンピュータユニットそれぞれの前記電子部品によって発せられた熱を吸収するために、前記注入口を介して、前記誘電性冷却液を前記ケースに送り；前記誘電性冷却液が前記熱を吸収した後、前記排出口を介して、前記誘電性冷却液を前記ケースから受け取り；前記誘電性冷却液に吸収された前記熱の少なくとも一部を放散するために、受け取った前記誘電性冷却液を前記熱交換ユニットに送り；前記熱の少なくとも一部が放散された後、前記注入口を介して、前記誘電性冷却液を前記ケースに送り返すように構成されたポンプとを備える、請求項13に記載の液体浸漬システム。

【請求項15】

前記ケースは、前記ケースの向かい合う内壁に形成された複数の溝を備え、前記複数の溝は、前記複数のサーバーコンピュータユニットを摺動可能に設置及び取り外しできるように構成されている、請求項13に記載の液体浸漬システム。

【請求項16】

前記サーバーコンピュータユニットのそれぞれはさらに、

前記電子部品の前記1つに接続され、前記プレナム筐体に覆われたフィン付きヒートシンクを備え、前記ヒートシンクのそれぞれは、前記プレナム筐体のそれぞれの内の前記冷却液の流れの方向と平行な方向に向けられた複数のフィンを備え、前記冷却液出口が前記冷却液入口に対向して形成されている、請求項13に記載の液体浸漬システム。

【請求項17】

複数の回路基板を冷却する液体浸漬システムであって、

前記液体浸漬システムは、

内部空間を有し、前記内部空間内で冷却液を保持するように構成されたケースと、

複数のサーバーコンピュータユニットを形成するように構成された複数の回路基板であって、前記複数の回路基板のそれぞれは、発熱し得る複数の電子部品を備え、前記複数の回路基板は前記内部空間内に配置され、かつ互いに平行に配列され、前記複数の回路基板及び前記複数の電子部品は、前記回路基板それぞれの前記電子部品によって発せられた熱が前記冷却液に吸収されるように前記誘電性冷却液に浸漬され、

前記回路基板のそれぞれは、前記ケースの前記内部空間内にあるマニホールドであって、前記マニホールドは前記回路基板と共に前記内部空間から取り外すことができるように前記回路基板のそれぞれに搭載されているマニホールドと、

前記内部空間内にあるプレナム筐体であって、前記プレナム筐体は、前記プレナム筐体の内空間の範囲を定める外周側壁および上壁と、前記外周側壁の1つに形成され、前記内空間に連通した冷却液入口と、前記内空間に連通した冷却液出口とを備え、前記プレナム筐体は、前記回路基板それぞれの前記電子部品の1つを覆い、前記プレナム筐体は、前記電子部品の前記1つに対する冷却効率を高めるために、前記冷却液入口を介して導入された冷却液の流れが、前記冷却液出口に向かって前記電子部品の前記1つの上を流れるように、前記冷却液の流れを収容し、前記プレナム筐体は前記回路基板と共に前記ケースの前記内部空間から取り外しが可能なプレナム筐体と、

前記マニホールドに流体連結された流入側の端部と前記プレナム筐体の前記冷却液入口と流体連通された流出側の端部とを有し、冷却液を前記マニホールドから前記プレナム筐体に導く管とを備える複数の回路基板と、

前記ケースに接続され、前記冷却液に吸収された熱の少なくとも一部を放散するように構成された熱交換ユニットと
を備える液体浸漬システム。

【請求項18】

前記ケースは、前記複数の回路基板を挿入するために形成された複数の溝を備える、請求項17に記載の液体浸漬システム。

【請求項19】

前記回路基板のそれぞれはさらに、

前記電子部品の前記1つに接続され、前記プレナム筐体に覆われたフィン付きヒートシンクを備え、前記ヒートシンクのそれぞれは、前記プレナム筐体のそれぞれの内の前記冷却液の流れの方向と平行な方向に向けられた複数のフィンを備え、前記冷却液出口が前記冷却液入口に対向して形成されている、請求項17に記載の液体浸漬システム。

【請求項20】

アレイベースサーバーコンピュータシステムであって、前記アレイベースサーバーコンピュータシステムは、

互いに平行に配列され、かつ液体浸漬冷却サーバーコンピュータユニットを収容するようにそれぞれ構成された複数の置き場(receptacles)を有するラックシステムと、

前記複数の置き場にそれぞれが収容される複数の液体浸漬冷却サーバーコンピュータユニットであって、前記液体浸漬冷却サーバーコンピュータユニットのそれぞれは、

内部空間を有し、前記内部空間内で第1の冷却液を保持するように構成された液密ケースと、

前記内部空間内に配置された1つ以上の回路基板であって、前記1つ以上の回路基板は発熱し得る複数の電子部品を備え、前記1つ以上の回路基板と前記電子部品とは、前記1つ以上の回路基板のそれぞれの前記電子部品によって発せられた熱が前記第1の冷却液に吸収されるように、前記第1の冷却液に浸漬されており、

前記1つ以上の回路基板のそれぞれは、前記ケースの前記内部空間内にあるマニホールドであって、前記マニホールドは前記回路基板と共に前記内部空間から取り外すことができるように前記回路基板のそれぞれに搭載されているマニホールドと、

前記内部空間内にあるプレナム筐体であって、前記プレナム筐体は、前記プレナム筐体の内空間の範囲を定める外周側壁および上壁と、前記外周側壁の1つに形成され、前記内空間に連通した冷却液入口と、前記内空間に連通した冷却液出口とを備え、前記プレナム

10

20

30

40

50

筐体は、前記回路基板それぞれの前記電子部品の1つを覆い、前記プレナム筐体は、前記電子部品の前記1つに対する冷却効率を高めるために、前記冷却液入口を介して導入された冷却液の流れが、前記冷却液出口に向かって前記電子部品の前記1つの上を流れるように、前記冷却液の流れを収容し、前記プレナム筐体は前記回路基板と共に前記ケースの前記内部空間から取り外しが可能なプレナム筐体と、

前記マニホールドに流体連結された流入側の端部と前記プレナム筐体の前記冷却液入口と流体連通された流出側の端部とを有し、冷却液を前記マニホールドから前記プレナム筐体に導く管と、

前記液密ケースに連結され、前記第1の冷却液に吸収された前記熱の少なくとも一部を、第2の冷却液を用いて放散するように構成された冷却ユニットと

を備えるアレイベースサーバーコンピュータシステム。

【請求項21】

前記冷却ユニットは、

前記第2の冷却液が前記第1の冷却液に吸収された前記熱の少なくとも一部を吸収するように、前記第2の冷却液と前記第1の冷却液とを熱的に結合させる (thermally coupling) 前記第2の冷却液の流れを送るループチャンネルと、

前記ループチャンネルと流体連通され、前記第2の冷却液に吸収された前記熱の少なくとも一部を放散するように構成された放熱装置と、

前記ループチャンネルおよび前記放熱装置と流体連通され、前記第2の冷却液が前記ループチャンネルと前記放熱装置とを通過して流れるように汲み上げるように構成されたポンプとを備える、請求項20に記載のアレイベースサーバーコンピュータシステム。

【請求項22】

前記回路基板のそれぞれはさらに、

前記電子部品の前記1つに接続され、前記プレナム筐体に覆われたフィン付きヒートシンクを備え、前記ヒートシンクは、前記プレナム筐体のそれぞれの内の前記冷却液の流れの方向と平行な方向に向けられた複数のフィンを備え、前記冷却液出口が前記冷却液入口に対向して形成されている、請求項20に記載のアレイベースサーバーコンピュータシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、ハードコア・コンピュータ・インク (HARDCORE COMPUTER, INC) の名で出願された PCT 国際出願であって、2008年8月4日に出願された米国仮出願第61/085934号及び2008年4月21日に出願された第61/046540号の優先権を主張する。

【0002】

本開示は、液体浸漬冷却電子アレイシステム (liquid submersion-cooled electronic array system) に関し、特に液体浸漬冷却電子装置、例えば、個別のケースに入れられた多数の個別のロジックボード、または1つのケースにおいて一まとまりにされたロジックボードをラックシステムに収納可能なコンピュータサーバーに用いられるケースに関する。

【背景技術】

【0003】

コンピュータ産業が直面している大きな問題は熱である。部品が動作する温度が高いほど、部品は故障し易くなる。高温状態で動作する電子機器は、より低い動作温度に維持された部品よりも寿命が短い。概して、動作の温度が高いほど、部品の寿命が短くなるということが言える。また、高温は破局故障の原因にはならないものの、データ処理エラーを引き起こし得る。高温での動作は電力変動の原因となることがあり、それらのエラーを中央処理装置 (CPU)、またはロジックボード上のデータ管理が取り扱われる任意の箇所で引き起こす。処理能力を高めながら廃熱を削減する取り組みにもかかわらず、市場で新

10

20

30

40

50

たに発売されるCPU及びグラフィックス・プロセッシング・ユニット（GPU）のそれぞれは、最後に発売されたものよりも高温で動作する。電力の供給及び信号処理を取り扱うのに必要な電源装置やロジックボード部品も、世代が新しくなる度に一層多くの熱を発している。

【0004】

コンピュータシステムを冷却するために、冷却システムで液体を用いることが知られている。公知なコンピュータ部品の冷却方法の1つでは閉ループ2相システム（closed-loop, 2-phase system）が用いられる。蒸気が冷却チャンバに至る管を通り、その蒸気が液体の状態に戻り、さらなる冷却のためにその液体がチップに至る管によって戻される。他の公知な液体冷却システムでは、液体がCPU上のホットプレートを通るように内部ポンプによって動かされ、そして熱せられた液体が、液体を受動的に冷却するフィン付塔に注入され、それをプレートに戻す。

10

【0005】

固定設置される大規模スーパーコンピュータの場合、スーパーコンピュータの能動処理部品を不活性の誘電性流体に浸漬することが知られている。多くの場合、流体が能動部品内を流れることが可能となっており、その後流体は、主チャンバに戻される前に流体が冷却される外部の熱交換器に注入される。

【0006】

コンピュータ部品を冷却する従来の取り組みにもかかわらず、冷却システムへのさらなる改良が不可欠である。

20

【発明の概要】

【0007】

コンピュータシステムや、電子発熱部品を用いる他のシステムにおける発熱部品の冷却を含む多数の電子装置の冷却に適した、個別に収容された液体浸漬冷却システムを説明する。ここで説明する概念を適用可能な電子装置の例としては、ブレードサーバーを含むサーバー；ディスクアレイ／ストレージシステム；ストレージエリアネットワーク；ネットワークに接続されたストレージ；ストレージ通信システム；ワークステーション；ルーター；電気通信インフラ／スイッチ；有線、光学及び無線通信装置；セル処理装置；プリンタ；電源装置；ディスプレイ；光学装置；手持ち式のシステムを含む計測システム；軍事用電子機器等が挙げられるが、これらに限定されない。

30

【0008】

電子機器は、内部空間を有するケースを備えてもよい。誘電性冷却液が内部空間に含まれ、発熱電子部品が空間内に配置され、誘電性冷却液に浸漬されているか、または誘電性冷却液が部品一面に向けて送り出される。

【0009】

電子装置がコンピュータ、例えば、サーバーコンピュータの場合、1つのロジックボードまたは複数のロジックボードが内部空間内に配置されている。ロジックボードは、CPUまたはGPU等の少なくとも1つのプロセッサを含む多数の発熱電子部品を備える。それに加えて、例えば、RAM、電源装置、ドーターカードや、固体ドライブまたは機械式ハードディスク等の記憶ドライブといったコンピュータの他の発熱部品を冷却液に浸漬することもできる。

40

【0010】

一実施形態において、電子部品を実際に冷却液に浸漬する必要はない。その代わりに、冷却液を電子部品に「注ぐ」、またそれ以外では電子部品一面に向けて送り出してもよい。重力により液体が部品上を下向きに流れるのが助けられ、その後液体が液だめで回収され、そこで液体は、電子部品に最終的に戻されるように放熱／熱回収装置に注入される。この実施形態はケース内の冷却液の量を減らし、それにより重量及びコストが削減され得る。

【0011】

コンピュータロジックボード、ドーターカード、電源装置、及び他の能動電子部品を収

50

容するケースは、液密内部空間の範囲を定める複数の壁を備える。必要に応じて、1つ以上の壁が透明、半透明、または不透明材料であってもよい。脱着可能型、または固定型であり得る蓋により、内部空間、例えば同空間の上部が閉じられる。蓋は、複数の壁と液密封止を形成し、一実施形態において、蓋は、自身に固定され、内部空間に配置されたロジックボードに接続してロジックボードとケースの外部との間に電気接続を提供するように構成された封止電子コネクタを備える。

【0012】

一実施形態において、ロジックボード部品の交換や、液体を内部空間に流し戻すことが可能となるように、内部空間からロジックボードを持ち上げた時に、ロジックボードを持ち上げた位置で保持するための機構を設けることもできる。

10

【0013】

上記の内部空間を有する上記のケースを、同様の内部空間を有する他のケースと並べて、サーバー、（ディスクドライブを含む）ストレージシステム、ルーター、通信装置や他の電子機器に搭載されたロジックボードに用いることが可能なケースの配列（array of cases）を形成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、電子システム及び冷却システムと一体化されたケースの配列を示す。

【図2】図2は、脱着可能な蓋が開いた位置にある個別のケースを示す。

【図3】図3は、ケースの配列を保持するラックシステムを示す。

20

【図4】図4は、ロジックボード、ビデオ／ドーターボード、電源ユニット、天板、及びラックの入出力バスと係合する外部入出力コネクタを有するケースを示す。

【図5】図5は、誘電性流体が充填されたケース及びラックマニホールドの急速着脱式バルブ（quick-disconnect valve）に係合する急速着脱式バルブを示す。

【図6】図6は、ケースの配列、外部ポンプ及び放熱／熱回収装置を含む冷却システムを示す。

【図7】図7は、並べて用いることが可能なケースの別の実施形態を示す側面図である。

【図8】図8は、ケースのさらに別の実施形態の側面図である。

【図9】図9は、ケースのさらに別の実施形態の側面図である。

【図10】図10は、人間工学的な取っ手を有するケースの前面図である。

30

【図11】図11は、縦に積み重ねられたケースの配列の前面図である。

【図12】図12～図14は、異なる種類の発熱電子機器を収納したケースの側面図である。

【図15】図15は、ケースの配列と共に使用可能な冷媒分配システムの一例を示す。

【図16】図16は、誘電性冷却液の冷却に流体冷却ループを用いた場合を示す。

【図17】図17は、複数のロジックボードが収納されたケースの他の実施形態の前面図である。

【図18】図18は、ケースが横向きになっているラックシステムの他の実施形態の前面図である。

【図19】図19A、図19B、及び図19Cはそれぞれ、ロジックボード上の特定のターゲット熱だまりを冷却する対流（directed-flow）ヒートシンクと分散プレナムとの集合体の等角図、上壁を取り除いた状態の上面図、及び側面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

コンピュータサーバーシステムや、発熱電子部品を用いる他のシステムにおける発熱部品の冷却を含む多数のアレイベース（array-based）の電子装置の冷却に適した液体浸漬冷却システムを説明する。コンピュータサーバーシステムの場合、液体浸漬冷却システムは、例えば、32～64個、またはそれ以上のプロセッサコアロジックボード（processor core logic boards）（8個のソケット×8個のコア＝64個のプロセッサ）の生成が可能であるスケーラブルアーキテクチャを有するコンピュータの配列を作成することを可

50

能にする。配列を形成するケースシステムにおけるこれらのロジックボードを相互接続して、1つ以上の超並列スーパーコンピュータを形成することができる。

【0016】

ここで説明する概念を適用可能な電子装置の例としては、ブレードサーバーを含むサーバー；ディスクアレイ／ストレージシステム；ストレージエリアネットワーク；ネットワークに接続されたストレージ；ストレージ通信システム；ワークステーション；ルーター；電気通信インフラ／スイッチ；有線、光学及び無線通信装置；セル処理装置；プリンタ；電源装置；ディスプレイ；光学装置；手持ち式のシステムを含む計測システム；軍事用電子機器等が挙げられるが、これらに限定されない。ここでは、数多くの概念を多数のコンピュータサーバーに適用されるものとして記載及び説明するが、ここで説明する概念は他の電子装置にも同様に用いり得ることが理解されるだろう。

10

【0017】

図1、図2、図3、図4及び図5は、液体浸漬冷却システムを用いるアレイベースのサーバーコンピュータシステム10の一実施形態を示す。システム10は、それぞれが自己完結型のコンピュータシステム、例えば、コンピュータロジックボード、ドーターカード、電源装置、他の受動電子コンピュータ部品や、冷却システムを収納する複数の独立したケース12を備える。

【0018】

各ケース12の全ての電子・熱能動素子が誘電性冷却液に浸漬され、誘電性冷却液は電子・熱能動素子と直接接触する。従って、各ケースは、冷却液とコンピュータシステムとを収容するタンクを形成する。この種の没入型冷却システムに使用可能な誘電性液体としては、

20

- ・ 3MTM（登録商標）NOVECTM（登録商標）のような加工流体、
- ・ 鉱油
- ・ シリコン油
- ・ 大豆系油を含む天然エステル系油
- ・ 合成エステル系油

が挙げられるが、これらに限定されない。これらの誘電性流体の多くは、コンピュータ部品の火を消す能力も有している。誘電性及び難燃性の流体にコンピュータ部品を浸漬することにより、コンピュータ部品の故障による発火の可能性を最小限に抑える。より高い沸点とともにより大きな伝熱能力を有する他の誘電性流体を用いることができる。これらの冷却液が、システムに含まれる部品によって生成される熱の量に対処するのに十分な高い伝熱能力を有している場合は、状況を変える必要はない。

30

【0019】

図2及び図4を参照すると、各ケース12は、コンピュータロジック16のコネクタ側に取り付けられる蓋14を備えており、ロジックボード入出力（IO）接続、ドーターカード入出力、及び電力をケース12に出し入れすることができる。ケース蓋14を開き、取り付けられたロジックボードや電子機器を持ち上げてケースから取り出すことによって、ロジックボード16に搭載されているドーターカード、付加的なプロセッサ、電源カードやメモリカード等の部品をケース12に取り付けたり、または取り外したりすることができる。ロジックボード16の端部を、ケース12の反対の内壁に形成された溝に摺動可能に配置して、ロジックボードのケースへの挿入またはケースからの取り外しを容易にすることができる。それに加えて、機械式ハードディスクを、そのハードディスクからケースの外部に至るハードディスク通気孔にエアラインを接続したケース12に配置することができる。

40

【0020】

図2、図4、及び図5に示す例において、ケース12の後部（使用時にケースが一定方向に向けられている場合）は蓋14によって閉じられている。ケース12の内部にアクセスするには、蓋14が上部で配置されるように、取っ手の端部を下向きにしてケースを一定方向にむける。そして、蓋14を取り外し、取り付けられたロジックボード16を持ち

50

上げてケースから出すことができる。蓋 1 4 の他の向きも可能である。例えば、蓋はケース 1 2 の上部（使用時にケースが一定方向に向けられている場合）を、またはケースのどの側面を閉じることでもある。

【0021】

一実施形態において、内部または外部のポンプシステムを用いて、ケースの上部から温かい液体を汲み上げて、それを外部の熱交換器、ヒートポンプ、または他の放熱／熱回収装置に通してもよい。他の実施形態において、流れは対流式、または重力によるものであってもよく、ポンプの必要性を回避できる。液体の流れは、ポンプ、対流、及び重力の様々な組み合わせによるものであってもよい。

【0022】

実施形態の一例を図 6 に示し、配列されたケース 1 2 が示される。ケースが流出マニホールド 2 0 と、ケース 1 2 から液体を汲み出して放熱または熱回収装置 2 4 に注入する外部ポンプ 2 2 とに接続されており、冷却された液体をケースに送り戻すために、冷却された液体は流入マニホールド 2 6 に向けて送り出される。

【0023】

必要に応じて、2 つ以上の放熱／熱回収装置を用いることができ、放熱と熱回収との組み合わせを用いることができる。それに加えて、必要に応じてポンプを各ケース 1 2 の内部に配置することができる。

【0024】

図 1 5 は、ケース 1 2 の配列に接続されて、ケースに冷媒液を分配し、ケースから冷媒を受け取る冷媒分配システム 3 0 の他の例を示す。図示したシステム 3 0 は、放熱または熱回収装置 3 2 と、冷媒供給路 3 4 と、冷媒戻り路 3 6 とを備える。冷媒は、放熱または熱回収装置 3 2 の一部である好適なポンプ、または図 6 のシステムと同様の外部のポンプによって汲み出される。システム 3 0 は、例えば、冷媒液が供給される第 1 のケース 1 2 から冷媒が最後に戻されることから、各ケースへの／からの冷媒液の流路が同じ長さとなる 2 管路リバースリターン方式（two-pipe reverse return system）であってもよい。2 管路リバースリターン方式の利点は、ケース全体に渡って圧力低下が均等になるという点である。

【0025】

放熱または熱回収装置は、放熱、または熱せられた液体から熱を回収することを可能にするのに適した装置であれば、どのようなものであってもよい。例えば、装置はラジエータ等の放熱用の平易な熱交換器であってもよい。空気または液体を熱交換媒体として用いることができる。それに加えて、熱交換器を地下に配置して、比較的涼しい地面で液体を冷却することもできる。外部熱交換器は、液体が空間に再度供給される前に許容可能な温度に冷却することができる限り、数多くの異なる構成を取ることができる。放熱装置の例としては、冷却スタック、蒸発やイングラウンドループ（in-ground loop）が挙げられるが、これらに限定されない。

【0026】

熱交換器を用いた液体の冷却は、

- ・ 一般的な冷凍システムの場合と同様にコンプレッサ
 - ・ ペルチェ効果冷却
 - ・ ファンまたは他の通風機構を用いたラジエータ面の能動空冷
 - ・ 出来る限り大きい範囲の熱伝導熱交換面を低い周囲温度にさらすことによる受動冷却
- といった幾つかの手段の内の 1 つによって実現することができる。放熱または熱回収装置は、回収した熱を周囲環境の暖房に用いる熱回収装置であってもよい。例えば、熱回収装置は、回収した熱を建物の暖房に用いる建物または部屋暖房システムの一部であってもよい。熱回収装置の例としてはインフロアヒーター（in-floor heater）や地熱発電が挙げられるが、これらに限定されない。

【0027】

一実施形態において、ケースが部屋内で収容される一方、ポンプ及び放熱または熱回収

10

20

30

40

50

装置が部屋の外に配置される。冷却に液体を用い、そして熱せられた液体が部屋の外に汲み出されることから、ケース内の電子機器による部屋の加熱が最小限に抑えられる。これは部屋の内部で必要となる空調の量を減らし、電気の使用と部屋の中で多数のケースを維持するためのコストを削減する。

【0028】

誘電性冷却液は、放熱または熱回収システムで用いる唯一の液体である必要はない。図16に示す実施形態では、水冷ループ40を用いてケース12の誘電性冷媒を冷却する。誘電性冷媒は、熱交換器42を介してループ内を循環する。水冷ループ40も熱交換器42を通っており、そこで熱を交換して誘電性冷媒を冷却する。ポンプ44や対流を介して、及び／または重力によって循環可能なループ40内の水は、その後放熱または熱回収装置46に向けて送り出される。

10

【0029】

ケース12は、図3に示すようにラックシステム50を用いて配列接続され、図2及び図5に示すようにケース12の後部に配置された急速着脱式バルブ52を介して流入口及び流出口マニホールドに接続される。一方のバルブ52がケースへの冷媒の流入口52aとして機能するのに対して、他方のバルブ52は、ケースからの冷媒の流出口52bとして機能し、バルブが開放していない限り、流入口52a及び流出口52bを介して液体が流れるのをバルブが防止している。バルブ52は、図3に示すラックシステム50の後部に配置された流入口53a及び流出口53bマニホールドに係合する。ケース12に至る流入口及び流出口マニホールド53a、53bの流れ経路においても、例えばバルブ52に係合する急速着脱式バルブが用いられている。そのため、ケース52側のバルブ52とマニホールド53a、53b側のバルブが、ケースの設置と同時に自動的に開放し、ケースの取り外しと同時に自動的に閉鎖する。急速着脱式バルブは、ホットスワップ可能なシステムアーキテクチャ(hot swappable system architecture)を用いた故障したサーバーコンピュータの交換を可能にする。

20

【0030】

ラックシステム50は、フレーム54と、フレーム54の後部で流入口マニホールド53aに接続された冷媒戻り路56と、流出口マニホールド53bに接続された冷媒排出線58とを備える。ケース12のそれぞれはフレーム54に搭載可能であり、ケースを所望の配列構成に保持する。図3に示すフレーム54は、フレーム54に挿入され、間隔を置いて垂直に配置される3段のケースを保持可能なように図示されている。各ケース12は、ケースの摺動挿入及び取り外しを容易にする手段を備えていてもよい。例えば、各ケースの底面に、フレーム54へのケースの出し入れを容易にする軸受け機構を設けてもよい。

30

【0031】

図2及び図4は、ビデオ／ドーターボード62、電源装置64、及び(分散プリナム74の裏に配置された)プロセッサを含む、ロジックボードに搭載された冷却を必要とする数多くの能動コンピュータ部品を示す。ある実施形態において、ポンプをロジックボード16、または蓋14の内側に搭載してもよい。天板70が蓋14の下面に接続され、蓋14の後部に外部入出力コネクタ72が配置されている。外部入出力コネクタ72は、図3に示すラックシステム50上の入出力バス73に係合する。各ケース12は、冷却を必要とする能動コンピュータ部品の全てを収納するのに十分な大きさを有している。液体戻り路、及び／または図7を参照して後述するように、冷却液を特定の高温領域、例えばCPU一面に向けて送り出すのに用いられる分散プリナム74のためにスペースを空けておく必要があることもある。

40

【0032】

図2及び図4に示すように、蓋14はケース12に液密及び気密封止をもたらすだけでなく、外部部品入出力、ストレージ入出力、及び電力をケース12に通しコンピュータロジックボード16やその部品に送る／送り出すことを可能にするパススルーコネクタ72も含んでいる。蓋14は、ケースを封止するガスケットを有する。蓋14は、冷媒をケ

50

ースに充填するための充填口も含み得る。

【0033】

図4を参照して、サーバーロジックボード16は、入出力・電力コネクタが同じものを有していない点を除けば、本質的にまた機能的に現行のサーバー規格のボードと同様である。その代わりに、ロジックボード16の上端部に、例えば、パススルーコネクタ72と係合する接点である連続した導電性パッドを設けてもよい。他には、液密バス型パススルーコネクタを用いて入出力及び電力をケース12に通してもよい。

【0034】

複数のロジックボードまたは他の回路基板を用いて、さらなる計算機能力のために、または1つのケース内に複数のコンピュータを収容することができるように追加のプロセッサ、または他の部品を積み重ねることができるようにしてもよい。例えば、図17は、ケース12と同様に構成されているが、複数のロジックボード501を収容したケース500を示す。

10

【0035】

説明した冷却システムは、数多くのサーバーコンピュータシステムを1つのケース内（図17）で、またはサーバー若しくはワークステーションラックシステムを形成するために相互接続され得る個別のケース内（図1～図6）で冷却することを可能にする。

【0036】

図4を参照して、現行のサーバー規格のボードにおいてそうであるように、ドーターカード62がロジックボード16に接続されている。ドーターカードは、ケースの外部に対してI/Oバススルーを要求するビデオカードや、他のPCIまたはPCI-Eカードを含み得る。これらのドーターカードは、外部入出力接続を可能にするために、液密及び気密ガasketを必要とする。

20

【0037】

現行のサーバー設計とは異なり、電源装置64もドーターカードであってもよく、その場合は電源装置からロジックボードへの配線が必要なくなる。電源装置をロジックボード16と直接一体化してもよい。外部の交流（AC）または直流（DC）との接続により、パススルーコネクタ72を介し、液密及び気密ガasketを用いて、液体をケース内に充填し得る。

【0038】

ポンプシステムを用いる場合は、外に搭載して、全てのケース12の配列を支えることが好ましい。ポンプシステムは、ケース12の内部からケース外部の放熱／熱回収装置に温かい液体を循環させるために用いられる。それに加えて、外部のハードディスクの冷却プレートを通じて液体を循環させてもよい。もしサーバーコンピュータがOFFであっても、液体を循環させるためにポンプシステムをONにするようにポンプシステムを配線することができる。あるいは、サーバーコンピュータがONの時だけポンプシステムをONにするように配線することができる。サーバーコンピュータの電源を切った後、ケース12内の液体は、浸漬された部品からの余熱を取り除くのに十分な熱容量を有している。これにより、電源を落とした後に熱による被害が起きないようにする。また、もしフローセンサ、またはポンプモニタが、冷媒の流れが停止したことや、または最低限必要な速度を下回ったことを示す場合、浸漬された部品に被害が出るよりもはるか前に、サーバーコンピュータの制御されたシャットダウンを完了させることができる。この実施形態は、空冷に依拠するサーバーコンピュータの破局故障に繋がるポンプシステムの故障の可能性を回避する。

30

40

【0039】

ハードディスクまたは他の内部ストレージシステムも浸漬することができる。通気孔を必要とする現行のプラターベースの機械式ストレージシステムの場合、通気孔の上にエアラインを固定することで、ケースの外部とオープンエア接続を可能にする。ディスクの残りの部分は、気体及び液体不浸透性になるように封止される。

【0040】

50

プロセッサは、一般的なメーカー規定 (vendor-specified) のソケットを介してロジックボード 16 に搭載されている。いくつかの例では、一般的なメーカー規定の温度にするためにプロセッサを十分に冷却する上で、プロセッサにヒートシンクや他の機器を取り付ける必要がないことが実験によって示された。しかしながら、ハイパワープロセッサ用に、またはプロセッサをオーバークロックするために、より低い動作温度またはより高いレベルの伝熱が必要な場合は、プロセッサからの熱を伝導する露出表面領域を大きく増やすヒートシンクを用いることができる。

【0041】

ケース 12 をアレイラック 50 から取り外す場合、電力 (AC または DC) がケース 12 の外部コネクタ 72 から切り離され、電気回路が開き、電力 (AC または DC) がケース 12 の内部空間から切り離される。

10

【0042】

蓋 14 は、空間に冷却液を加える開口部も含むことができる。開口部は、液体を加える時に取り外される脱着可能なキャップによって閉じられている。図 3 に示すように、蓋は、所定位置で蓋を固定し、ラックシステム 50 にケースを固定するロック機構を含んでいてもよい。

【0043】

このように、サーバーロジックボード集合体は脱着可能であり、蓋が上向きに持ち上げられた場合にサーバーロジックボード集合体を空間から持ち上げれるように内部空間に配置されている。

20

【0044】

各ケース 12 の内部空間には、浸漬したい部品を浸漬するのに十分な誘電性冷却液が含まれてなければならない。例えば、内部空間が実質的に冷却液で充填され、それによりロジックボード 16 上の発熱部品の全てが浸漬される。冷却システムは、熱された誘電性液体を空間の内部から、急速着脱式バルブ 52 を介して液体が冷却される熱交換器、ヒートポンプ、または他の熱解離／熱回収装置に送り出すように設計されている。冷却された液体は、ラックシステム 50 及び流入口 52a 及び流出口 52b を介して各ケースに戻る。

【0045】

図 7 は、並べて用いることが可能なケース 100 を示す。ケース 100 はバックプレーン入出力ボード 102 に電氣的に接続されるように設計されている。ケース 100 は、冷却液に浸漬された様々な発熱電子部品を搭載した回路基板 106、例えばロジックボードをその内部に有する液密筐体 104 を備える。蓋 108 により筐体 104 の後部が閉じられる。蓋 108 は、筐体の内部にアクセスできるように取り外し可能であっても、筐体を永久的に閉じるために取り外し不可能であってもよい。

30

【0046】

液体流入口 110 が筐体の後ろ側の底部付近に形成され、液体流出口 112 が後ろ側の上部付近から伸びている。この流入口と流出口の配置によって、底面の近くに冷却された液体が導入される。液体は熱されるにつれて上昇していくため、熱された液体を流出口 112 から排出することができる。流入口 110 及び流出口 112 は急速接続式 (quick-connect) バルブを備えている。それらのバルブは、バックプレーンボード 102 を通って伸びたマニホールド流入口 120 とマニホールド流出口 122 のそれぞれに接続されると同時に自動的に開放するように設計されている。流入口 120 は流入口マニホールド (図 6 参照) から伸びており、流出口 122 は流出口マニホールド (図 6) に接続されており、流入口 120 及び流出口 122 も、接続されると同時に自動的に開放する急速接続式バルブを備えている。

40

【0047】

入出力コネクタ 114 は筐体の後ろ側から伸びている。コネクタ 114 が筐体の後壁を通して伸び、回路基板 106 に接続されている。入出力コネクタ 114 は、バックプレーン入出力ボード 102 のコネクタ 116 と電氣的に接続されて、回路基板に／から入力及

50

び出力を送り出し、そして必要に応じて電力を筐体を送るように設計されている。同様のコネクタ116が、ケース100の配列のそれぞれのコネクタ114に接続されるために設けられている。

【0048】

甚大な熱が存在する領域では、液体対流 (directed liquid flow) を用いて局所冷却をもたらすことができる。特に、図7に示すように、液体対流冷却集合体130が流入口に接続されている。集合体130は、流入口110と連通したマニホールド132と、CPU等の回路基板106上の特定のターゲット熱だまりに向けて液体を送り出すためにマニホールドから伸びた複数の管134とを備える。管134の端部は、所望の熱だまり付近に位置しているか、または管134を分散プレナム74と同様の分散プレナム136に接続して、ターゲット熱だまりへの戻り液の流れを導くのに役立てることができる。

10

【0049】

図19A～図19Cは、対流ヒートシンクと分散プレナムの集合体700の一例の詳細を示す。集合体700は、好適な材料、例えばプラスチックまたは金属からなる構造体であり、外周側壁710と上壁712とを有する分散プレナム筐体702を備える。筐体702の内部に冷媒を導くために、管134と同様の流入管701が外周側壁710の1つに設けられた流入口714に接続されている。図示した流入口714は1つであるが、複数の流入口を設けて、それぞれを流入管701に接続してもよい。流入口、及び流入口に接続される管の数は、ターゲット熱だまりの冷却のニーズによって異なり得る。

【0050】

20

筐体702は、ヒートシンク703が搭載されたGPUまたはCPU706等の特定のターゲット熱だまりを密に覆う。CPU706は、回路基板708上のソケット707に搭載されている。ヒートシンク703は、例えば、CPU706との係合部から上壁712に向かって上向きに伸びた複数のフィン704を備えてもよい。フィン704は、CPUとの熱交換を最適にするために大きな表面積を有する。冷却液との直接接触を介してCPUから熱を取り除くために大きな表面積を有するようヒートシンクのフィンを機械加工、削り出し、成形、またはその他の場合はそのように形成してもよい。図示した例において、フィン704は概して矢印で示す冷媒の流れ方向と平行に配向されている。流れを混ぜる、または分割するために、フィン704の間に間隙705を設けてもよい。

【0051】

30

開口部718が筐体702の一方側に形成されており、冷媒を内部空間から流出させることが可能となっている。冷媒は、フィン及びCPUとの熱交換を介して熱せられることから、筐体702の内部から冷媒を排出させることが可能な場所であれば、開口部718をどこに設けてもよい。熱せられた冷媒は、筐体702を離れた後、ケースの上部に向かって上向きに上昇するか、若しくはプレナム集合体に供給するポンプによって形成された圧により、開口部718が対向する任意の方向に放出される。図示した実施形態では、流入口714と対向する周囲側壁710に形成された間隙によって開口部が形成されている。2個以上の開口部を設けてもよく、熱せられた冷媒を筐体702から排出して、ケースの上部に向かって上向きに上昇させる、または強制流れ方向に排出することができるように、開口部を筐体702の任意の好適な場所に設けることができる。

40

【0052】

それに加えて、筐体702は、冷媒が筐体に入り、フィン704の領域全体を流れるように複数の方向に流れることを可能にするエキスパンションチャンバ716を、流入口714付近に規定する。

【0053】

使用の際、管701を介したマニホールドからの対流、または揚水源からの直接流が、プレナム筐体702によって規定される限定空間に収容されている。この限定空間は、CPUや、CPUに接続されたヒートシンクフィン704を密に覆う。プレナム筐体702は液体流を収容しており、ヒートシンクの表面全体に渡り、液体が混合流、また特定条件下では乱流となるようにする。これは、CPU、GPU、ノースブリッジ、サウスブリッ

50

ジ及び／または他と比べて実質的な量の熱を生成する電子システムにおいて用いられるその他の部品といった高温部品をより効率的に冷却するために、熱交換を最適にするのに役立つ。CPU及びフィンと接触した後、液体は開口部718を介してプレナム筐体702から出て行く。

【0054】

プレナム筐体702は、CPU及びフィン上に液密空間を形成する必要はなく、図示した例でも液密空間は形成されていない。これは、厳密な製造許容差の必要性を解消するのに役立つ。液体がCPU及びフィンの上を流れることから、プレナム筐体702は、液体の収容を助けるように構成されなければならない。流れの収容量またはその程度は、流れの収容とその結果生じる冷却効率性の増加をどれだけ達成することを希望するかによって異なり得る。

10

【0055】

ケース100は、ラックの上棚140aと下棚140bとの間の空間にスライドして挿入されるように設計されている。同様に設計された他のケースが、ケース100に隣接して、棚140a、140bの間に配置され得る。ケース100の挿入及び取り外しを容易にするために、取っ手142を筐体104に形成してもよい。それに加えて、ケース100をラック内の所定位置で保持するためにヒンジロック144a、144bをケース100及び／または棚140a、140bに設けてもよい。

【0056】

図8は、垂直上方移動を介して、電気及び液体接続を実現するように設計されたケース200を示す。ケース200は、該して図7のケース100と同様であって、冷却液に浸漬された様々な発熱電子部品を搭載した回路基板を内部に有する液密筐体を備えている。ケース200は、上棚204に搭載された上面202に接続されるように設計されている。上面202は、ケース筐体の上部から伸びた入出力コネクタ208に接続される入出力コネクタ206を有し、コネクタ208は筐体の上部を通して伸び、筐体内部の回路基板に接続されている。

20

【0057】

それに加えて、液体流入口210及び液体流出口212が筐体の底面に形成されている。流入口210及び流出口212は急速接続式バルブを備えている、同バルブは、垂直可動ベース220を通して伸びたマニホールド流入口214及びマニホールド流出口216のそれぞれに接続されると同時に自動的に開放するように設計されている。流入口214及び流出口216も、接続と同時に自動的に開放する急速接続式バルブを備えている。

30

【0058】

ベース220を垂直に動かすために、レバーシステムがベースと係合している。レバーシステムはレバー224を備える。レバー224はベース220付近に旋回可能に接続され、レバー224を旋回すると、ベースが上向きに動くようにベース220と係合している。ベースが上向きに移動すると、流入口210とマニホールド流入口214、流出口212とマニホールド流出口216との間で流体係合(fluid engagement)が得られ、入出力コネクタ206と208との間で電気接続が得られる。

【0059】

40

図9は、図7のケース100と同様のケース300を示し、液体流入口317線及び液体流出口318線にそれぞれ接続された液体流入口302及び液体流出口304をケース筐体の後ろ側に備える。バックプレーン入出力ボード306は、入出力コネクタ308を備える。上面310は、ケース筐体の上部を通して伸び、かつケース筐体内の回路基板と係合する入出力コネクタ314に接続された入出力コネクタ312を有するケース300の上部に接続されている。上面310は、入出力コネクタ308に接続されるように設計された入出力コネクタ318を含む付属の屈曲部316を有する。

【0060】

ケース300も、ケースを所定位置に出し入れ可能にするテレスコープ型軸受けスライド(telescoping bearing slide)320に搭載してもよい。スライド320は下棚32

50

2に固定され、第1のスライド部324と、第1のスライド部324に比べて摺動可能な第2のスライド部326とを備える。

【0061】

図10は、実現可能なケースのデザインの前面図であり、ケース筐体350は、前から後ろにかけて外向きに傾斜した側壁を有する。そのため、筐体は前よりも後ろの方が広い。それに加えて、筐体の前部は、上から下にかけて三日月状に湾曲し、おおむね砂時計状の取っ手352が形成されており、それを保持してケースをラックに容易に挿入するまた取り外すことができる。

【0062】

図11は、縦の段404a、404b、404cにおいて積み重ねられたケース402の配列400を示す。段404a～404cのそれぞれは、並んで配置された複数のケース402を含む。重力によって液体をケース402に供給するために、液体吸込貯蔵タンク406がアレイ400の上部に配置されている。放熱装置408が、ケースから液体が出された後にそれを冷却するために用いるためにアレイの底部に設けられている。放熱装置408は、冷却液が通過するラジエータと、液体を冷却するためにラジエータ全体に送風するファンを備えてもよい。

【0063】

図11の配置では、個々のケースに冷却液を供給し、ケースから下の放熱装置408に液体を放出するのに重力を用いている。ポンプ410を設けて、液体を汲み上げて吸込貯蔵タンク406に戻す、または液体を吸込貯蔵タンク406に届ける前に外部の放熱装置に注入する。重力のみに依拠するよりも、任意のポンプ412を設けて、液体をタンク406からケースに注入することもできる。

【0064】

図11に示すように、複数の縦の段にケースを並べて配置（水平配列とも呼ぶ）する代わりに、個々のケースを横向きしてケースを積み重ねてもよい。これは垂直配列とも呼ばれる。例えば、図18は、ラック601において積み重ねられた複数の横向きのケース602を備える配列600を示す。ケース602は、近隣のケースと密接していてもよく、または各ケースの間に間隙を設けてもよい。また、ケース602を、図11で説明した縦の段と同様に個別の段に分けることもできる。

【0065】

上述の実施形態では、サーバー電子機器を収容したサーバーケースを参照した。しかしながら、ここで説明した概念は、他の発熱電子機器を収容する他の電子アレイにも適用可能である。例えば、図12は複数の電源装置452を収容する電力またはバッテリーケース450を示す。ここで説明する配列された複数のケース450により、比較的コンパクトな空間で甚大な電力リソースを提供することができる。図13は、複数のストレージエリアネットワーク装置またはネットワークに接続されたストレージ装置、複数のルーター、もしくは通信電子機器などの装置462を収容可能なケース460を示す。これはテラバイト以上のデータを1つのボード上のフラッシュストレージに置くことを可能にする。図14は、1つ以上の電源ユニット472が、プロセッサまたはメモリ等の複数の装置474と共にボード上に配置されたケース470を示す。電源ユニット472がケースの内

【0066】

冷却液として用いられる誘電性液体は、上述の誘電性液体のどれであってもよい。必要に応じて、着色剤を誘電性液体に加えて液体に特定の色を持たせることができる。着色剤は紫外線（UV）活性のものであってよい。これは、流体に特定の色を発光させるためにUV光と合わせて用いることができる。

【0067】

入出力接続は、電気入力及び／または出力をケースに送る及び／またはケースから出すことが可能などのような種類の入出力接続であってもよい。入出力接続の例としては、フ

10

20

30

40

50

ファイバーチャネル、イーサネット、シリアル接続 S C S I (S A S)、シリアル A T A 接続 (S A T A)、U S B、ビデオ、無線 (W I F I、R F ネットワーク)、温度または他の環境モニタリングが挙げられるが、これらに限定されない。

【 0 0 6 8 】

本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で、上記以外の形態としても実施が可能である。本出願に開示された実施形態は一例であって、これらに限定はされない。本発明の範囲は、上述の明細書よりも、添付されている請求の範囲の記載を優先して解釈され、請求の範囲と均等の範囲内での全ての変更は、請求の範囲に含まれるものである。

【 図 1 】

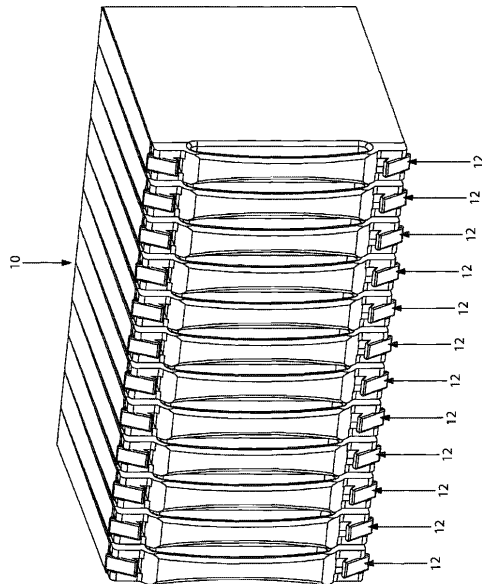


Fig. 1

【 図 2 】

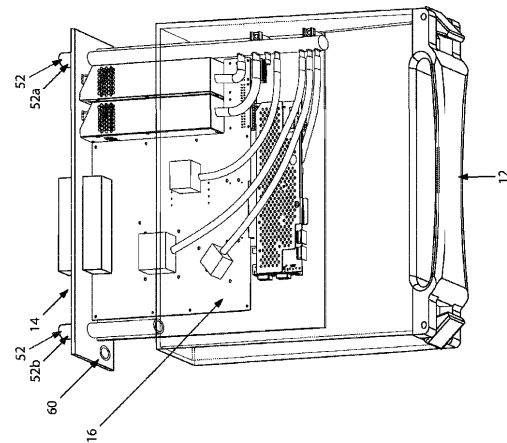


Fig. 2

【図 3】

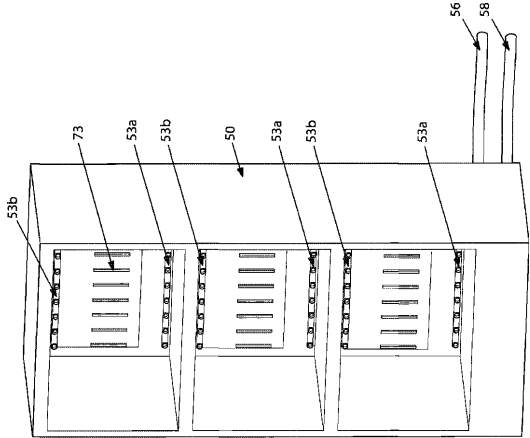


Fig. 3

【図 4】

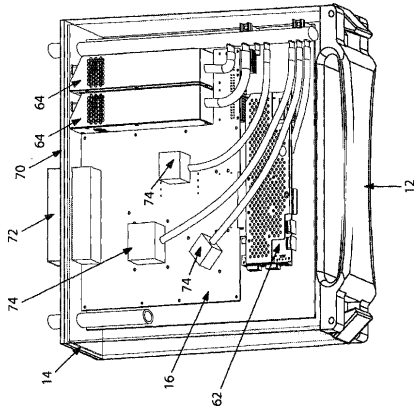


Fig. 4

【図 5】

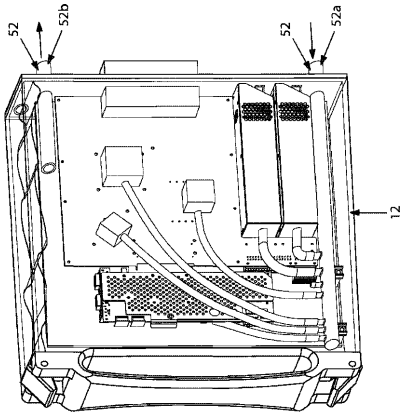


Fig. 5

【図 6】

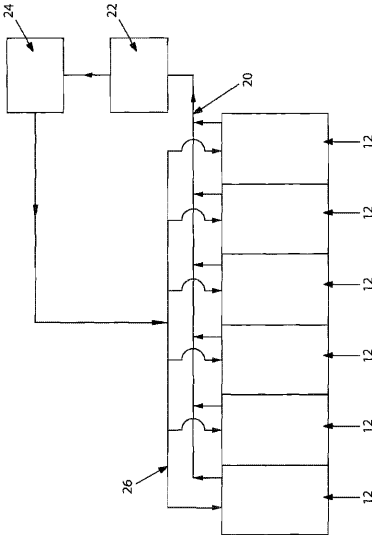


Fig. 6

【図 7】

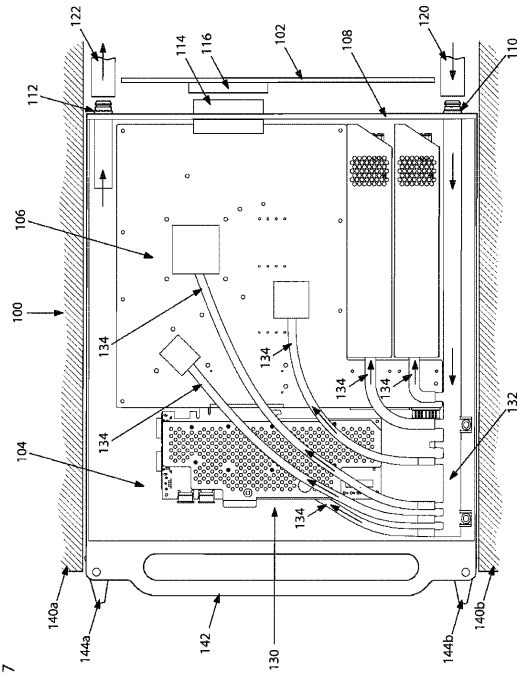


Fig. 7

【図 8】

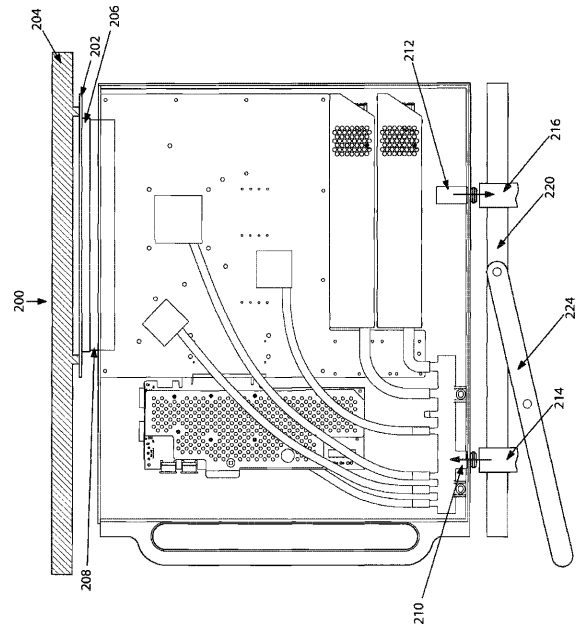


Fig. 8

【図 9】

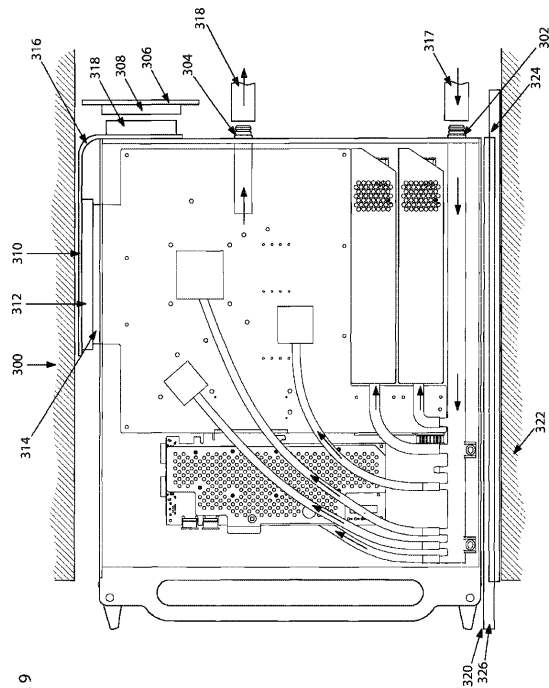


Fig. 9

【図 10】

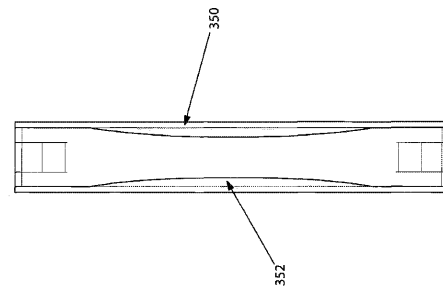


Fig. 10

【図 1 1】

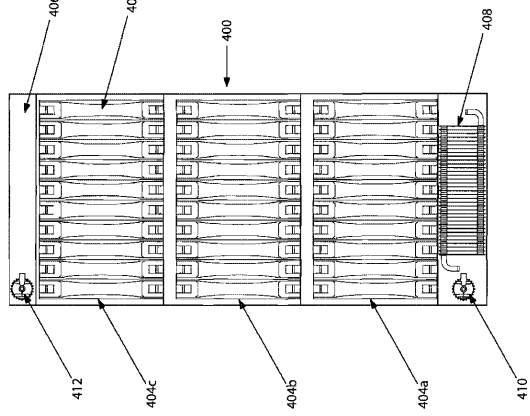


Fig. 11

【図 1 2】

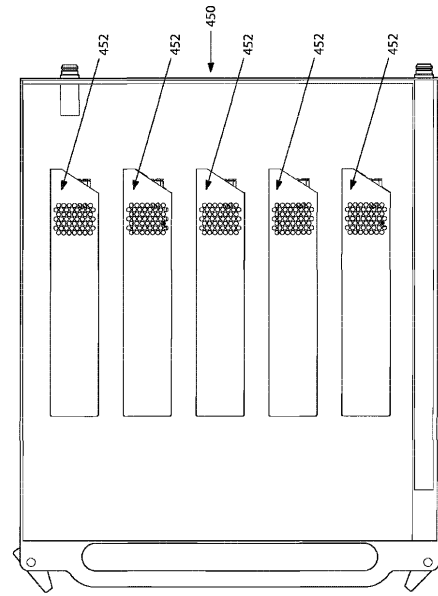


Fig. 12

【図 1 3】

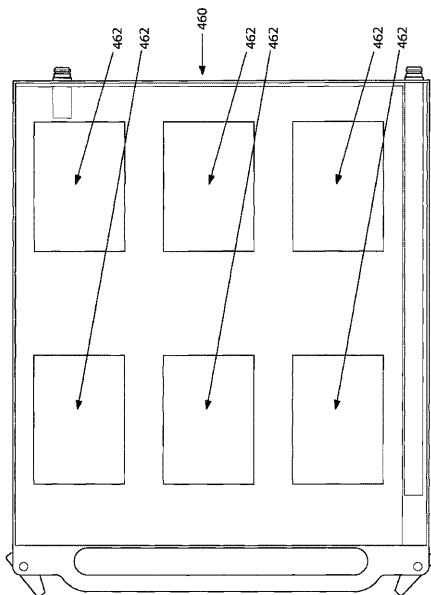


Fig. 13

【図 1 4】

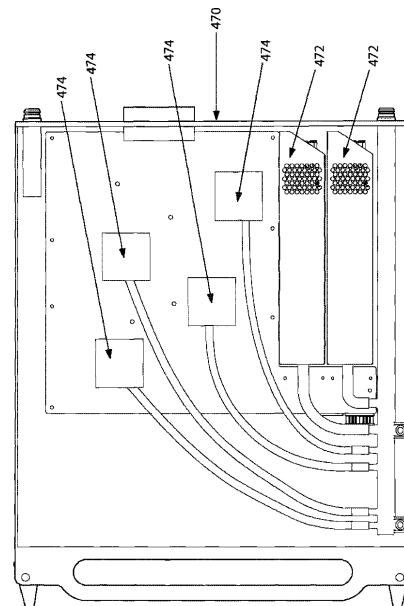


Fig. 14

【図 15】

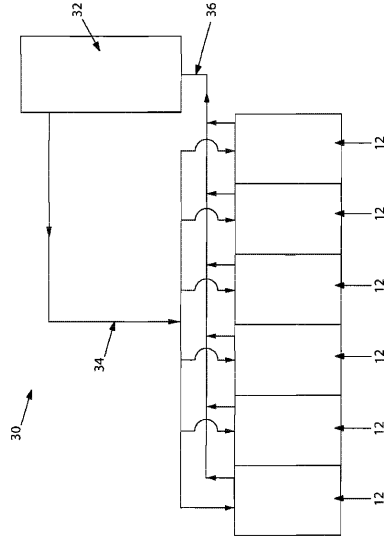


Fig. 15

【図 16】

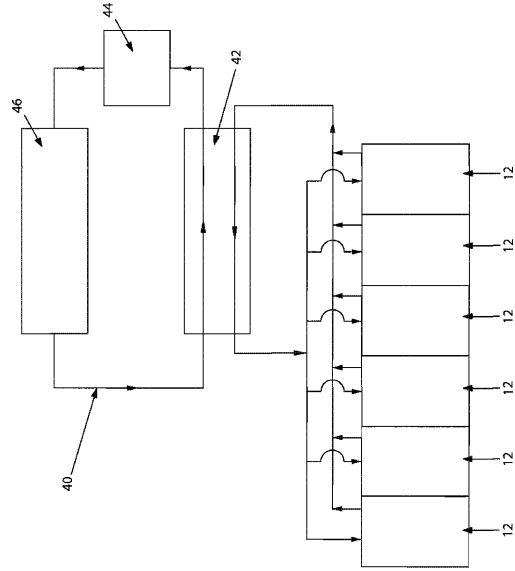


Fig. 16

【図 17】

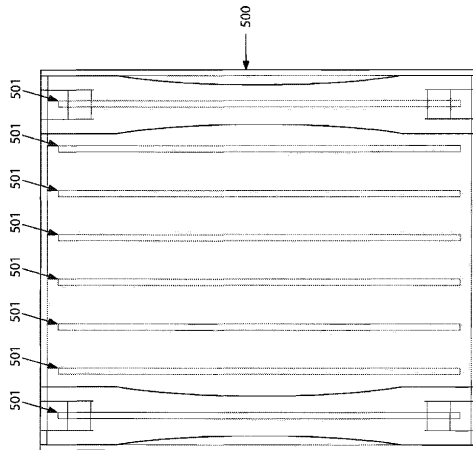


Fig. 17

【図 18】

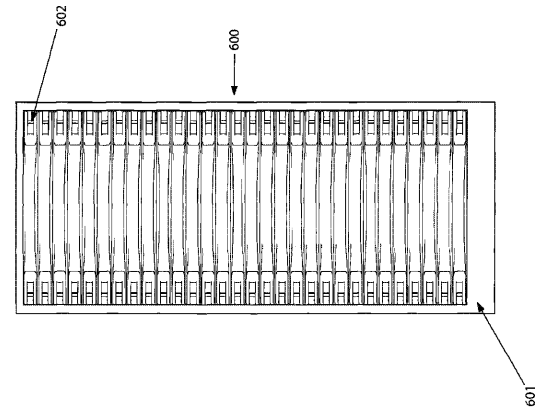


Fig. 18

【図 19 A】

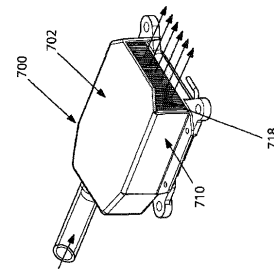


Fig. 19A

【図 19 B】

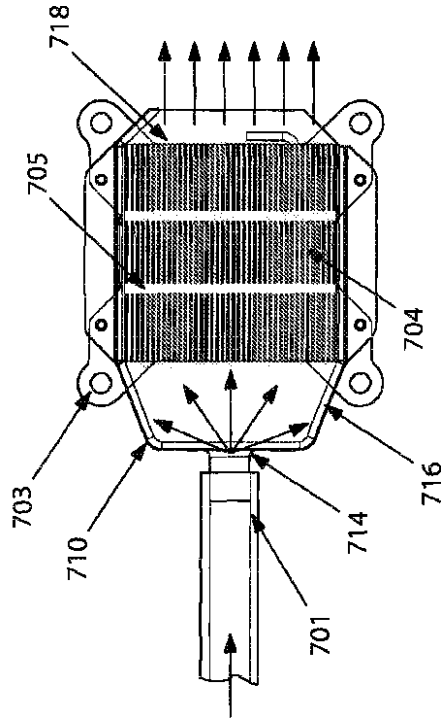


Fig. 19B

【図 19 C】

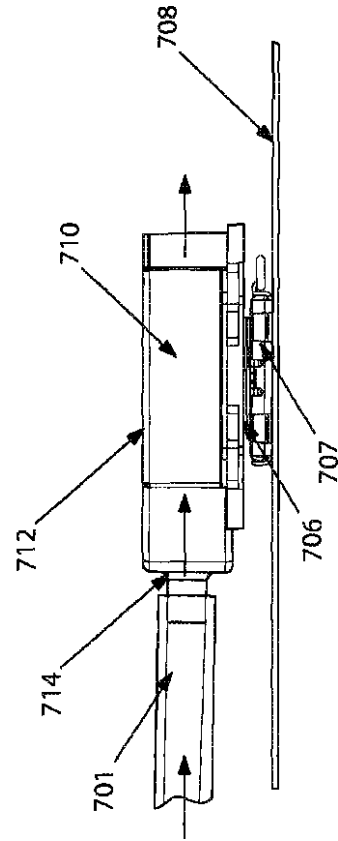


Fig. 19C

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2007/137018 (WO, A1)

特表2009-537905 (JP, A)

特開平07-066339 (JP, A)

特開平03-011759 (JP, A)

特開2004-246615 (JP, A)

特開2004-246649 (JP, A)

特開2006-140479 (JP, A)

特開2007-059561 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 1/20

H05K 7/18

H05K 7/20

H01L 23/473