

(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2006-295193

(P2006-295193A)

(43) 公開日 平成18年10月26日(2006.10.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 25/00 (2006.01)	HO 1 L 25/00 B	5 E 3 3 6
HO 5 K 1/18 (2006.01)	HO 5 K 1/18 P	5 F 1 3 6
HO 1 L 23/40 (2006.01)	HO 1 L 23/40 E	

審査請求 有 請求項の数 5 O L 外国語出願 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2006-110403 (P2006-110403)	(71) 出願人 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日 平成18年4月13日 (2006.4.13)	
(31) 優先権主張番号 11/105, 113	(71) 出願人 390009531 インターナショナル・ビジネス・マシー ズ・コーポレーション INTERNATIONAL BUSIN ESS MASCHINES CORPO RATION 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
(32) 優先日 平成17年4月13日 (2005.4.13)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	(74) 代理人 100058479 弁理士 鈴江 武彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集積回路内の同時的スイッチングノイズを減少させるためのシステム及び方法

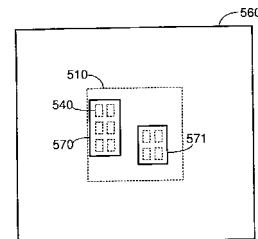
(57) 【要約】

【課題】 集積回路と共に使用されるヒートシンク/スプレッドの有効性を減少させることなく、集積回路におけるスイッチングノイズを減少させる。

【解決手段】 デバイスは、集積回路510と、集積回路510に外部的に接続された1つ以上のデカップリングキャパシタ540と、を具備する。デカップリングキャパシタ540は、集積回路510内の1つ以上のホットスポット520、521においてより高い濃度となるように配置される。

【選択図】 図5C

図5C



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

集積回路と、

前記集積回路に外部的に接続された 1 つ以上のデカップリングキャパシタと、  
を具備し、前記デカップリングキャパシタは、前記集積回路内の 1 つ以上のホットスポットにおいてより高い濃度となるように配置されるデバイス。

## 【請求項 2】

請求項 1 のデバイスにおいて、前記デカップリングキャパシタは、前記集積回路に対して不規則な間隔をあけて配置される。

## 【請求項 3】

請求項 1 のデバイスにおいて、前記デカップリングキャパシタは、集積回路ダイスが実装される基板を通して前記集積回路に接続され、前記基板は、前記集積回路ダイスのための 1 つ以上のコネクタを含む。

10

## 【請求項 4】

請求項 3 のデバイスにおいて、1 つ以上の孔が形成された回路基盤を更に具備し、前記孔は、前記基板が前記回路基盤に実装される時、前記デカップリングキャパシタが前記孔を通して延存するように配置される。

## 【請求項 5】

請求項 4 のデバイスにおいて、前記デカップリングキャパシタ及び前記孔は、前記集積回路に対して非対称的に配置される。

20

## 【請求項 6】

請求項 4 のデバイスにおいて、前記回路基盤は、前記集積回路の中心部分の下側に配置された部分を含む。

## 【請求項 7】

請求項 6 のデバイスにおいて、前記集積回路の前記中心部分の下側に配置された前記回路基盤の部分は、前記基板上の前記コネクタの 1 つ以上にコンタクトする。

## 【請求項 8】

請求項 7 のデバイスにおいて、

前記集積回路ダイスに熱的コンタクトを形成するように配置されるヒートシンク/スプレッドと、

30

前記集積回路ダイスとの前記熱的コンタクトを維持するように、前記ヒートシンク/スプレッドに対して圧力を付与するように構成されたカップリングと、  
を更に具備する。

## 【請求項 9】

請求項 1 のデバイスにおいて、前記集積回路は複数のビアを含み、前記ビアの第 1 の組は集積回路基板の 2 つ以上の接地面に接続されると共に、前記ビアの第 2 の組は前記集積回路基板の 2 つ以上のパワー面に接続され、前記ホットスポットの近傍における前記ビアの濃度は、前記ホットスポットの近傍でない領域における前記ビアの濃度より高い。

## 【請求項 10】

集積回路が実装されるように構成された回路基盤を具備するデバイスであって、

40

前記回路基盤には 1 つ以上の孔が形成され、前記孔は、1 つ以上のデカップリングキャパシタが前記孔を通して前記集積回路に接続されるように配置され、

前記回路基盤は、前記 1 つ以上の孔に隣接して、前記集積回路の中心部分を支持するように配置された部分を含む。

## 【請求項 11】

集積回路を提供する工程と、

前記集積回路内の 1 つ以上のホットスポットでより高い濃度となるように 1 つ以上のデカップリングキャパシタを配置する工程と、

前記デカップリングキャパシタを前記集積回路内のパワー及び/または接地面に接続する工程と、

50

を具備する方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 の方法において、前記デカップリングキャパシタは、前記集積回路に対して不規則な間隔をあけて配置される工程を更に具備する。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 の方法において、前記デカップリングキャパシタを前記集積回路内のパワー及び/または接地面に接続する工程は、前記デカップリングキャパシタを、集積回路ダイスが実装される基板を通して前記集積回路に接続する工程を具備し、前記基板は、前記集積回路のための 1 つ以上のコネクタを含む。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 の方法において、回路基盤を提供する工程と、前記回路基盤に 1 つ以上の孔を形成する工程と、を更に具備し、前記孔は、前記基板が前記回路基盤に実装される時、前記デカップリングキャパシタが前記孔を通して延存するように配置される。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 の方法において、前記回路基盤に前記基板を実装する工程を更に具備する。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 の方法において、前記デカップリングキャパシタ及び前記孔を、前記集積回路に対して非対称的に配置する工程を更に具備する。

【請求項 1 7】

請求項 1 4 の方法において、前記回路基盤に孔を形成する工程は、前記集積回路の中心部分の下側に配置された部分を前記回路基盤に提供する工程を具備する。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 の方法において、前記基板上的前記コネクタの 1 つ以上を、前記集積回路の前記中心部分の下側に配置された前記回路基盤の部分にコンタクトするように配置する工程を更に具備する。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 の方法において、

前記集積回路ダイスに熱的コンタクトを形成するようにヒートシンク/スプレッタを配置する工程と、

前記集積回路ダイスとの前記熱的コンタクトを維持するように、前記ヒートシンク/スプレッタに対して圧力を付与する工程と、  
を更に具備する。

【請求項 2 0】

請求項 1 1 の方法において、前記集積回路に複数のビアを形成する工程を更に具備し、前記ビアの第 1 の組は集積回路基板の 2 つ以上の接地面に接続されると共に、前記ビアの第 2 の組は前記集積回路基板の 2 つ以上のパワー面に接続され、前記ホットスポットの近傍における前記ビアの濃度は、前記ホットスポットの近傍でない領域における前記ビアの濃度より高い。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般的には集積回路に関し、特に、集積回路内のホットスポットの近傍により高い濃度で位置するようにデカップリングキャパシタを配設することにより、集積回路内の同時的スイッチングノイズを減少させるためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

コンピュータ関連技術の発展に伴い、技術の進歩は、速度及び処理能力の向上に対する要請に適合するようになされている。これにより、集積回路は、次第に、より小さい回路構成部品をより多く有することとなっている。集積回路は、一般的に多数のトランジスタを含み、これらにより、集積回路内で種々の論理ゲート、ラッチ、増幅器、及び他の構成

10

20

30

40

50

部品が形成される。

【0003】

集積回路の複雑さが増すと共に、集積回路内の構成部品の数が増加するのにつれ、設計者は、従前の複雑でない回路ではそれほど深刻ではなかった或いは存在しなかった問題にしばしば直面する。例えば、集積回路内のトランジスタの数が増加するのにつれ、トランジスタによって生成される同時的スイッチングノイズの量も通常増加する。このスイッチングノイズは、集積回路の性能を低下させる、或いは正常な機能を阻害する可能性がある。

【0004】

従来的には、スイッチングノイズの増加の問題は、デカップリングキャパシタを集積回路に接続することにより処理される。通常、デカップリングキャパシタは、集積回路パッケージの外部に配置され、各デカップリングキャパシタのリードの一方が集積回路内の接地面に接続され、他方のリードが集積回路内のパワー面に接続される。

10

【0005】

従来的には、デカップリングキャパシタは、集積回路ダイスが形成される基板の下面上に配置される。これにより、デカップリングキャパシタを集積回路ダイスに近接して配置すると共に、集積回路ダイスにコンタクトしてヒートシンクまたはヒートスプレッドを配置することが可能となる。一般的に、複数のデカップリングキャパシタが、集積回路ダイスの下面上の領域の全体に亘って均等に分配される。デカップリングキャパシタの高さは、通常、集積回路とそれが実装される回路基盤との間のコネクタの高さよりも大きいため、回路基盤には、デカップリングキャパシタが延在できるような孔を形成する必要がある。

20

【0006】

この従来技術は、集積回路内のスイッチングノイズを確かに減少させるが、幾つかの欠点を有する。例えば、回路基盤内の孔により、ヒートシンク/スプレッドからの圧力下で集積回路が屈曲する可能性があり、これは、集積回路とヒートシンク/スプレッドとの間の熱的コンタクトを減少させる。更に、集積回路の全体に亘るデカップリングキャパシタの均等分布は、スイッチングノイズの減少には最適ではない。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

上述の課題は、本発明の様々な実施形態によって解消することが可能である。概略的には、本発明は、集積回路と共に使用されるヒートシンク/スプレッドの有効性を減少させることなく、集積回路におけるスイッチングノイズを減少させるためのシステム及び方法を含む。一実施形態において、デカップリングキャパシタは、集積回路ダイスが実装される基板の下面から集積回路に接続される。デカップリングキャパシタは、均等に分布される代わりに、集積回路の「ホットスポット」領域においてより高い濃度で配置される。一実施形態において、デカップリングキャパシタ及び回路基盤の対応する孔（そこにデカップリングキャパシタが挿入される）は、集積回路の中心部分に対してサポートを提供するように配置され、これによって、集積回路がヒートシンク/スプレッドから離れるように屈曲するのを防止する。一実施形態において、集積回路内の異なる接地面及び/またはパワー面に接続されるビアの濃度は、他の領域よりもホットスポットで高くなるように設定される。

40

【0008】

一実施形態は、集積回路ダイス及び1つ以上のデカップリングキャパシタを含むデバイスからなる。デカップリングキャパシタは、集積回路ダイス内のホットスポットでデカップリングキャパシタがより高い濃度で存在するように、集積回路ダイスの各位置に外部的に接続される。一実施形態において、集積回路ダイスは基板上に実装されると共に、デカップリングキャパシタは基板を通して集積回路ダイスに接続される。基板は、貫通するように形成された1つ以上の孔を有する回路基盤に実装されることができ、孔は、基板が

50

回路基盤に実装される時、デカップリングキャパシタが孔を通して延存するように配置される。回路基盤は、集積回路ダイスの中心部分の下側に位置する部分を含むことができ、基板上のコネクタがこの回路基盤の部分に支持される。デバイスはまた、集積回路ダイスと熱的コンタクトするように配置されたヒートシンク/スプレッドを含むことができる。ヒートシンク/スプレッドに圧力を付与するために、カップリング、例えば、裏板及び接続ピン、を使用することができ、これにより、集積回路ダイスとの熱的コンタクトを維持する。集積回路ダイスはまた、集積回路ダイスの接地及び/またはパワー面に接続されるビアを含むことができ、ここで、ビアの濃度は集積回路ダイスの他の領域よりもホットスポットで高くなるように設定される。

**【0009】**

10

他の実施形態は、集積回路が実装されるように構成された回路基盤からなる。この回路基盤には1つ以上の孔が形成され、この孔は、デカップリングキャパシタが孔を通して集積回路に接続されるように配置される。回路基盤はまた、集積回路ダイスの下側中心に配置される部分を含み、これは、集積回路ダイスの中心部分下側の基板上のコネクタにサポートを提供する。

**【0010】**

他の実施形態は、方法からなり、これは、集積回路ダイスを提供する工程と、集積回路ダイスのホットスポットでより高い濃度となるように1つ以上のデカップリングキャパシタを配置する工程と、デカップリングキャパシタを集積回路ダイス内のパワー及び/または接地面に接続する工程とを含む。

20

**【0011】**

一実施形態において、集積回路ダイスは基板上に実装されると共に、デカップリングキャパシタはこの基板を通して集積回路ダイスに接続される。上記方法は、回路基盤を提供すると共に、この回路基盤に孔を形成する工程を具備することができ、次に、回路基盤に基板を実装する。これらの孔は、基板が回路基盤に実装される時、デカップリングキャパシタが孔を通して延存するように配置される。回路基盤は、集積回路ダイスの中心部分に対してサポートを提供する回路基盤の部分が配置されるように、形成することができる。

**【0012】**

上記方法はまた、集積回路ダイスに熱的コンタクトを形成するようにヒートシンク/スプレッドを配置する工程と、集積回路ダイスとの熱的コンタクトを維持するように、ヒートシンク/スプレッドに対して圧力を付与する工程と、を具備することができる。上記方法はまた、ダイスの接地及び/またはパワー面に接続される複数のビアを集積回路ダイスに形成する工程を具備することができ、ここで、ビアの濃度は集積回路ダイスの他の領域よりもホットスポットで高くなるように設定される。

30

**【0013】**

多数の他の実施形態もまた可能である。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0014】**

本発明のその他の目的及び利点は以下の詳細な説明と、添付図面の参照により明白になるであろう。

40

**【0015】**

本発明は種々の変形及び代替形態を取るが、その特定の実施形態を図面及び付随する詳細な説明の例によって示す。しかしながら、図面及び詳細な説明は、本発明を説明した特定の実施形態に限定することを意図するものではないことを理解すべきである。即ち、この説明は、特許請求の範囲により規定される本発明の技術的範囲内に入る全ての変形、等価物、及び別の実施形態をカバーすることを意図する。

**【0016】**

本発明の1以上の実施形態を以下説明する。以下説明するこれら及び任意の他の実施形態は例示であり、本発明の技術的範囲を限定するものではなく本発明の説明を意図するものであることに注意すべきである。

50

## 【0017】

概略的には、本発明は、集積回路において、スイッチングノイズを減少させるシステム及び方法に関する。一実施形態において、集積回路内のホットスポットの近傍にデカップリングキャパシタが位置するように、デカップリングキャパシタが集積回路に接続される。集積回路が実装される回路基盤は、デカップリングキャパシタが延在できる1つ以上の孔を含む可能性があり、これらの孔は集積回路ダイスの中心部分に対してサポートを提供するように形成される。更に、集積回路内の接地面を接続するビア及び集積回路内のパワー面を接続するビアは、ホットスポットの近傍でより高濃度に形成される可能性がある。

## 【0018】

本発明の詳細を説明する前に、従来技術に関連する問題及び本発明の種々の実施形態の利点をより明確にするため、集積回路の従来構成及び実装について説明する。

10

## 【0019】

図1A - 図1Cは、従来技術に係る集積回路パッケージの構造を示す線図である。図1Aは、基板上の集積回路ダイスの平面図である。図1Bは、デカップリングキャパシタ及びBGAボールコネクタの幾つかを示す、基板上の集積回路ダイスの断面図である。図1Cは、デカップリングキャパシタ及びBGAボールコネクタの配置を示す、基板の底面図である。

## 【0020】

図1Aに関し、集積回路パッケージ100は、集積回路ダイス110及び基板120を含む。集積回路ダイス110は、集積回路の機能的回路構成を形成する論理ゲート、ラッチ、及び他の構成部品を含む。集積回路ダイス110は、回路基盤上に実装可能な、より堅固なパッケージを提供するように、基板120上に実装される。これにより、集積回路は、より大きな回路またはデバイスに組み込まれることが可能となる。

20

## 【0021】

集積回路ダイス110に対する物理的入力及びこれからの出力は、基板120上の配線またはトレース（図示せず）に接続される。これらの配線またはトレースはまた、基板120上のコネクタ手段に結合される。コネクタ手段は、上述のように、集積回路がより大きなデバイスの他の構成部品と相互作用可能となるように、集積回路を回路基盤に結合するように配設される。図1B及び図1Cに示すように、コネクタ手段は、BGA（ボールグリッドアレイ）ボール130の組み合わせからなる。

30

## 【0022】

ここで、「トレース」とは、集積回路の構成部品を接続するように集積回路ダイス内に形成された、導電性材料（例えば、アルミニウム）のパターン化された層をいう。トレースは、非集積回路内の配線と同じ目的のために機能する。

## 【0023】

現在の集積回路（例えば、マイクロプロセッサ）の殆どは、PGA（ピングリッドアレイ）コネクタ手段を使用してパッケージ化される一方、ここに記載の実施形態は、改良された性能を提供するため、BGAボールコネクタを使用する。PGAコネクタは、回路基盤に対する着脱が容易であるが、このコネクタを使用する場合、信号の完全性の目的において望ましい条件を維持することが難しい可能性がある。何故なら、PGAコネクタの長いピン及びソケットは比較的大きなインダクタンスを有するからである。これらのインダクタンスは、集積回路の動作速度が高い場合（例えば、1GHz）、問題となる可能性がある。BGA接続は、長いピンの代わりに半田の小さなボールを使用すると共に、ソケットに差し込む代わりに回路基盤上に直接組み立てるため、BGA接続はPGAコネクタよりも良好な電気的性能を有する。

40

## 【0024】

図1Cに関し、基板120の下面上のBGAボール130及びデカップリングキャパシタ140の構成が示される。（留意点として、BGAボールの幾つかだけを参照符号130で明確に指示すると共に、デカップリングキャパシタの幾つかだけを参照符号140で明確に指示しているが、これらの参照符号は、図中の同じ部材の夫々/全てを参照するこ

50

とを意図する。) 図示のように、BGAボール130は、基板の全体に亘って、規則正しい矩形のパターンまたはグリッドで配置されるが、基板の中心部分150内にはBGAボールは存在しない。デカップリングキャパシタ140は、中心部分150内で規則正しい矩形のパターンで配置される。

#### 【0025】

図2は、上記の集積回路における接地及びパワー面に対するデカップリングキャパシタの接続を示す線図である。図2は、デカップリングキャパシタ210及び220近傍における集積回路の小さな断面を示す。上述のように、デカップリングキャパシタ210及び220は基板120の下面上に配置される。デカップリングキャパシタ210及び220の夫々是一对のリードを有し、ここで、デカップリングキャパシタ210のためにリード211及び212が配設され、デカップリングキャパシタ220のためにリード221及び222が配設される。留意点として、これらの2本リードキャパシタは単純化のために示されており、幾つかの実施形態では、インダクタンスを減少するように、より多くの(例えば、8本または10本)リードを有する可能性がある。各デカップリングキャパシタの一方のリード(例えば、リード211及び221)は、集積回路ダイス110内のパワー面230に接続される。各デカップリングキャパシタの他方のリード(例えば、リード212及び222)は、集積回路ダイス110内の接地面240に接続される。デカップリングキャパシタによって提供される接地及びパワー面間の容量は、各DC電圧を隔離する一方で、両面間の高周波数信号(例えば、スイッチングノイズ)を分流するように機能する。

10

20

#### 【0026】

図3A - 図3Cは、従来技術に係る回路基盤上の集積回路パッケージの実装を示す線図である。図3Aは、回路基盤上の集積回路パッケージの平面図である。図3Bは、回路基盤上の集積回路パッケージの断面図である。図3Cは、回路基盤内の孔を通して集積回路パッケージ及びデカップリングキャパシタの一部を示す、回路基盤の底面図である。

#### 【0027】

図3Aに関し、集積回路パッケージ100がプリント回路基盤310上に実装される。集積回路パッケージ100の入力及び出力は、集積回路パッケージの下面上のBGAボール130を介して回路基盤上の導電性トレースに直接的に接続される。この接続は、図3Bにおいてより明確に見ることができる。

30

#### 【0028】

典型的には、BGAボール130は、デカップリングキャパシタ140と比較して小さい。例えば、BGAボールは約0.4mmの高さである一方、デカップリングキャパシタは約0.8mmの高さである可能性がある。従って、デカップリングキャパシタ140は、BGAボール130の高さだけ離間する集積回路パッケージ100及び回路基盤310間の間隙には適合しないことは明白である。従って、回路基盤310に孔320を形成することが必要である。集積回路パッケージ100が回路基盤310上に実装される時、デカップリングキャパシタ140は孔320内に延在し、その結果、回路基盤310に対する集積回路パッケージ100の接続に干渉することがない。

#### 【0029】

高性能マイクロプロセッサのような集積回路は、大量のパワーを消費することが典型的であるため、集積回路の動作中に生成される熱を消散するための機構を提供することがしばしば必要である。この目的のため、ヒートシンクまたはヒートスプレッドが一般的に使用される。シンクは、集積回路から熱を引き離すために使用される。ヒートスプレッドは、特定のスポットで生成される熱をより大きな領域に分散させるために使用される。通常、両機能は同じ物理的構造(例えば、集積回路と熱的にコンタクトするように配置されたフィンの付いた金属板または他の構造)によって達成されるため、本明細書においてこれら2つの区別はしない。

40

#### 【0030】

図4A - 図4Bは、従来技術に係る集積回路パッケージに対するヒートシンク/スプレ

50

ッダの結合を示す線図である。図 4 A は、回路基盤、集積回路パッケージ、及びヒートシンク/スプレッタの構成を、ヒートシンク/スプレッタに殆どまたは全く圧力が付与されていない状態で示す。図 4 B は、図 4 A と同じ構成を、ヒートシンク/スプレッタに圧力が付与されている状態で示す。

#### 【 0 0 3 1 】

図 4 A に関し、上述のように、集積回路パッケージ 1 0 0 が回路基盤 3 1 0 上に実装される。次に、ヒートシンク/スプレッタ 4 1 0 が集積回路ダイス 1 1 0 の上面にコンタクトして配置される。典型的には、ヒートシンク/スプレッタ 4 1 0 及び集積回路ダイス 1 1 0 のコンタクト面は、両者間に良好な熱的コンタクトが形成されるように適合する（例えば、両者とも平坦）。集積回路ダイス 1 1 0 からヒートシンク/スプレッタ 4 1 0 への熱移動を改善するため、高伝熱性を有する物質（これは、熱的仲介材料または T I M としても言及されるであろう）がこれらの 2 つの構成部品間に配置されることができ

10

#### 【 0 0 3 2 】

この態様で熱的に結合される 2 つの部品間の熱移動の効率は、典型的には、部品に圧力を付与して強制的に一体的とすることにより改良可能となる。これにより、部品間の熱的仲介材料の層の厚さが減少する。図 4 A - 図 4 B の線図において、ヒートシンク/スプレッタに対向する回路基盤 3 1 0 の下面に対して背板を配置することにより、ヒートシンク/スプレッタ 4 1 0 に対して圧力が付与される。ヒートシンク/スプレッタを集積回路ダイス 1 1 0 に対して押圧するように、ピンの組み合わせが、ヒートシンク/スプレッタ 4 1 0 及び背板 4 3 0 を通して配置される共に締め付けられる。しかし、回路基盤 3 1 0 に孔があるため、この態様でヒートシンク/スプレッタ 4 1 0 に圧力を付与すると、集積回路ダイス 1 1 0 からの熱移動の効率が実際には低下する可能性がある。何故なら、付与された圧力により、集積回路ダイス 1 1 0（及び集積回路パッケージ 1 0 0 の残部）が、孔に向かうと共にヒートシンク/スプレッタ 4 1 0 から離れるように屈曲するからである。この場合、集積回路ダイス 1 1 0 及びヒートシンク/スプレッタ 4 1 0 間に隙間が形成され、熱的仲介材料の層の厚さを増加させ（または、熱的仲介材料が使用されない場合には隙間が形成され）、これにより、集積回路ダイスとヒートシンク/スプレッタとの間の熱移動が阻害される。

20

#### 【 0 0 3 3 】

本発明の一実施形態において、デカップリングキャパシタは、集積回路ダイスの領域の全体に亘って均等に分布される規則正しく離間する位置ではなく、集積回路の「ホットスポット」の近傍に配置される。デカップリングキャパシタをホットスポットの近傍に配置することにより、スイッチングノイズはより効果的に減少される。更に、デカップリングキャパシタが不均等に分布される場合、デカップリングキャパシタを収容するために回路基盤に形成された孔は、集積回路の中心部分に対してサポートを提供するように形成されることができ

30

#### 【 0 0 3 4 】

多くの場合、集積回路の物理的レイアウトは、通常動作中に高レベルの活動を経験する構成部品をより高い濃度で含む 1 つ以上の領域を有することとなる。これらの領域における高レベルの活動により、これらの領域において回路構成部品によって使用されるパワー量は、他の領域よりも高い。このため、集積回路の他の領域よりも、これらの領域において、より大量の熱が消散される。これらの領域において、より高いレベルの活動及びより大量のパワーの消散があるため、これらはしばしば「ホットスポット」として言及される。

40

#### 【 0 0 3 5 】

図 5 A は、一実施形態に係る、集積回路ダイス上のホットスポットを示す線図である。この実施形態において、集積回路ダイス 5 1 0 は 2 つのホットスポット 5 2 0 及び 5 2 1

50

を含む。これらは、集積回路の動作中、比較的高レベルの活動が存在するダイスの領域である。留意点として、図中に破線で概略的に示されるホットスポットは、活動及び対応する熱消散のレベルにおける明白な変化を示すものではなく、これらのレベルは、活動/熱が非常に高い領域から、活動/熱がより低い領域へ徐々に変化するものである。破線は、各ホットスポットの大凡の領域を単に指示するだけである。また留意点として、図5Aは2つのホットスポットを示すが、他の集積回路はより多くのまたはより少ないホットスポットを有する可能性があり、更にこれらのホットスポットは規則正しくまたは不規則に形作られる可能性がある。

**【0036】**

同時的スイッチングノイズを減少させるためのデカップリングキャパシタの使用に関し、デカップリングキャパシタがホットスポットまたはその近傍で集積回路に接続される方が、デカップリングキャパシタが集積回路ダイスの領域の全体に亘って均等に分布されるよりも効果的であることが測定されている。従って、規則正しいパターン（例えば、図1及び図2に示すパターン）でデカップリングキャパシタを集積回路ダイス上に配置する従来技術は、ホットスポットまたはその近傍でデカップリングキャパシタをより高い濃度で配置するパターン（例えば、図6 - 図8に示すパターン）と比較して、効果が低い。

10

**【0037】**

各ホットスポットの範囲は正確に規定できないという理由、及びデカップリングキャパシタは有限の物理的範囲を有するという理由から、デカップリングキャパシタの配置がホットスポット境界と厳密に適合することは不可能である。このため、デカップリングキャパシタの配置は、ホットスポットに関連してキャパシタの分布または濃度（単位領域あたりのキャパシタの数）として、以下に記載される。本発明の実施形態では、集積回路ダイスの領域の全体に亘って均等な分布に対応する規則正しく離間するアレイでキャパシタを配置する従来技術を採用しない。代わりに、本発明の実施形態では、集積回路ダイスの領域の全体に亘って均等でない分布に対応する不規則に離間する構成でキャパシタを配置する。デカップリングキャパシタのこの不均等分布は、ホットスポットまたはその近傍でキャパシタをより高い濃度で有すると共に、ホットスポットを含まない領域においてより低い濃度で有する。

20

**【0038】**

図5Bは、一実施形態に係る、集積回路パッケージの下面上におけるデカップリングキャパシタ及びBGAボールコネクタの配置を示す線図である。この図は、集積回路ダイス510が実装される基板530の下面を示す。留意点として、図5Aに示す集積回路ダイス510は、図5Aにおけるダイス510の向きが図5Bの基板530上の実装位置におけるものと同じであるように、必要に応じて示される。従って、図5Bにおけるホットスポット520及び521の位置は、図5Aに示すそれと同じである。

30

**【0039】**

基板530の反対側における集積回路ダイス510の位置は、図5Bに破線で示される。図5A及び図5Bに示すように、デカップリングキャパシタ540がホットスポット520及び521に配置される。6個のデカップリングキャパシタの集団がホットスポット520上に配置され、4個のデカップリングキャパシタの集団がホットスポット521上に配置される。集積回路におけるスイッチング活動の多くはホットスポット520及び521で発生するため、これらのホットスポット上にデカップリングキャパシタ540を配置することにより、均等分布よりも、同時的スイッチングノイズをより効果的に減少させることができる。

40

**【0040】**

上述のように、各ホットスポットの範囲は正確に規定できないため、本明細書において、ホットスポット「上に」デカップリングキャパシタが配置されるということは、デカップリングキャパシタ位置とホットスポット位置との間の大凡の相関関係を示すもので、厳密な相関関係を示すものではない。ホットスポット上へのデカップリングキャパシタの配置は、代わりに、ホットスポットの領域におけるデカップリングキャパシタの濃度として

50

言及される可能性がある。図 5 B に示すように、デカップリングキャパシタの濃度は、集積回路ダイス 5 1 0 のホットスポットから離れた領域（例えば、集積回路ダイスの右上側コーナ）と比較して、ホットスポット 5 2 0 及び 5 2 1 の領域においてより高い。

#### 【 0 0 4 1 】

上述のように、集積回路ダイスのホットスポットの近傍でより高い濃度でデカップリングキャパシタを配置すると、集積回路が実装されることとなる回路基盤が、集積回路ダイスの中心部分にサポートを提供するように構成されるという更なる利点を得ることができ  
10  
る可能性がある。図 5 B に示すように、デカップリングキャパシタ 5 4 0 は 2 つの集団に  
組分けされ、その 1 つは集積回路ダイスの左側にあり、他の 1 つは集積回路ダイスの右側  
にある。これらの 2 集団のデカップリングキャパシタの間に間隔をあけることにより、2  
組のデカップリングキャパシタの間に、一連の B G A ボールを配置することが可能となる  
。これらの B G A ボールは、集積回路パッケージが実装されることとなる回路基盤の対応  
する部分にコンタクトし、これによって集積回路パッケージの中心部分を支持する。

#### 【 0 0 4 2 】

図 5 C は、回路基盤 5 6 0 の下面を、そこに実装された集積回路パッケージと共に示す  
図である。この図においても、集積回路ダイス 5 1 0 の位置が破線によって示される。集  
積回路ダイス 5 1 0 の範囲に概ね適合する単一の大きな孔を有する（従来技術のように）  
のではなく、回路基盤 5 6 0 は、集積回路パッケージの下面上の 2 組のデカップリングキ  
ャパシタを収容するように、2 つの孔 5 7 0 及び 5 7 1 を含む。この図において、デカッ  
プリングキャパシタの位置も破線によって示される。留意点として、回路基盤 5 6 0 は、  
20  
集積回路パッケージ上の 2 組のデカップリングキャパシタ間に配置される、一連の B G A  
ボールにコンタクトする部分を、孔 5 7 0 及び 5 7 1 間に含む。回路基盤 5 6 0 のこの部  
分は、集積回路パッケージの中心部分に対してサポートを提供する。

#### 【 0 0 4 3 】

図 6 は、図 5 A - 図 5 C に示す集積回路パッケージ及び回路基盤の断面図である。この  
図において、集積回路パッケージ（集積回路ダイス 5 1 0、基板 5 3 0、デカップリング  
キャパシタ 5 4 0、及び B G A ボール 5 5 0 からなる）が、回路基盤 5 6 0 上に実装され  
る。ヒートシンク/スプレッタ 6 8 0 が集積回路ダイス 5 1 0 にコンタクトして配置され  
ると共に、ヒートシンク/スプレッタに圧力が付与される。この圧力の付与は、回路基盤  
5 6 0 の下に裏板 6 8 1 を配置すると共に、ピン 6 8 2 及び 6 8 3 を使用してヒートシン  
ク/スプレッタを裏板に接続することにより行われる。この図により明確に示されるよう  
30  
に、孔 5 7 0 及び 5 7 1 間の回路基盤 5 6 0 の部分（6 6 1）が 2 組のデカップリングキ  
ャパシタ間で一連の B G A ボール（6 5 1）にコンタクトし、集積回路パッケージの中心  
部分に対してサポートを提供する。その結果、ヒートシンク/スプレッタ 6 8 0 に圧力が  
付与された時、集積回路パッケージはヒートシンク/スプレッタから離れるように屈曲す  
ることができず、これにより、集積回路ダイス 5 1 0 及びヒートシンク/スプレッタ間に  
良好な熱的コンタクトが維持される。従って、ヒートシンク/スプレッタの有効性に悪影  
響を及ぼすことなく、デカップリングキャパシタの使用によって集積回路における同時的  
スイッチングノイズが減少される。

#### 【 0 0 4 4 】

上述のように、集積回路における同時的スイッチングノイズはまた、集積回路基板の接  
地及びパワー面間にビアを適正に配置することにより、減少させることが可能である。典  
型的には、集積回路基板は複数の層を含む。各層は、種々の回路構成部品及び導電性トレ  
ースを含む可能性がある。異なる層の構成部品またはトレース間の接続は、集積回路基板  
内のビアによって形成することが可能である。ビアは、典型的には、集積回路基板の 1 つ  
以上の層に孔を穿つと共に、孔に半田を埋め込む（またはコーティングする）ことにより  
形成される電氣的配線である。

#### 【 0 0 4 5 】

典型的には、集積回路の各層における電氣的構成部品は、パワー源及び接地接続を有す  
る必要がある。このため、通常、各層には、ソース電圧（例えば、V d d）に接続される  
40  
50

多数の電氣的トレースと、接地電位に接続される多数のトレースとが存在する。これを記載する目的で、層上のソース電圧電位にあるトレースがパワー面として言及される一方、層上の接地電位にあるトレースが接地面として言及される。通常、異なる層のパワー/接地面を互いに接続すると共にデカップリングキャパシタに接続するため、複数のビアが配設される。従来的には、これらのビアは、都合がよければどの位置にでも形成される。

**【0046】**

パワー面及び/または接地面に接続されるこれらのビアの存在は、同時的スイッチングノイズの減少に有益であることが測定されている。これらのビアが有益であるため、本発明の実施形態の幾つかは、更なるノイズの減少を提供するため、ビアを使用する。より具体的には、これらのビアは、集積回路内のホットスポットと関係なく適当な位置に配置されるのではなく、ホットスポットまたはその近傍でより高い濃度（即ち、単位領域あたりのビアの数が多い）でビアが存在すると共に、集積回路の他の領域においてより低い濃度でビアが存在するように配置される。

10

**【0047】**

接地及び/またはパワー面間のビアの濃度の変化は、図7に関して例示される。この図は、対応するビアによる接地及びパワー面の相互接続を示す集積回路基板の断面図である。この図において、集積回路ダイス710が基板730上に実装される。基板730は複数の層を含み、各層は接地面及びパワー面を含む可能性がある。図7において、4個のそのような面（760-763）が示される。これらの面の2つがパワー面で、2つが接地面であるとする。例えば、面760及び762をパワー面とする一方、面761及び763を接地面とすることができる。複数のビア（例えば、770）が、パワー面760をパワー面762に接続する。同様に、複数のビアが、パワー面761をパワー面763に接続する。また、複数のビアが、接地及びパワー面をデカップリングキャパシタ780及び781に接続する。ここで、集積回路ダイスの第1の部分750がホットスポットである一方、第2の部分751がホットスポットでないとする。この図に示すように、ビアの濃度は、ホットスポットの領域（集積回路ダイスの部分750）の方が、非ホットスポットの領域（部分751）より高い。

20

**【0048】**

この図において、ビアの1つだけが参照符号770で明示されるが、この参照符号はビアを集合的に示すことを意図する。図を明確にするため、ビアの1つだけがこの参照符号によって明示される。

30

**【0049】**

留意点として、デカップリングキャパシタの分布と同様に、パワー及び/または接地面を相互接続するビアの配置は、ホットスポットのあいまいな境界と厳密に対応させることはできない。従って、本明細書において、ビアが集中するということは、ホットスポットの近傍でビアの間隔が概ねより小さいということの意味すると解釈すべきである。

**【0050】**

以上の説明は、本発明の特定の実施形態に指向されるものである。これらの実施形態は例示することを意図し、上述の特徴の多くの変更例が代替実施形態に含まれる可能性がある。例えば、ホットスポットの位置は、異なる設計の集積回路間でかなり変更されることが予想される。これらの異なる集積回路に接続されるデカップリングキャパシタの位置もまた、従って変更される。また同様に、これらの集積回路が実装される回路基盤の構成も変更され、また、ホットスポットの位置及びデカップリングキャパシタの対応する位置も異なってくる。

40

**【0051】**

図8A - 図8Hは、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す。これらの図の夫々において、外側の実線（例えば、860）は回路基盤を示す。破線の正方形（例えば、810）は集積回路ダイスの位置を示す。内側の実線（例えば、870）は回路基盤の孔を示す。小さな破線の矩形（例えば、840）はデカップリングキャパシタの位置を示す。図において、デカップリングキャパシタ及

50

び回路基盤の対応する孔だけが示されるが、デカップリングキャパシタの位置は各集積回路のホットスポットに対応するものとする。

【0052】

図8Aは、回路基盤860に単一の孔870を有する実施形態を示す。この実施形態において、デカップリングキャパシタ840が、集積回路26の頂部からダイス810の底部へ延存する帯に集中される。孔870は狭いため、ヒートシンク/スプレッドによってパッケージに圧力が付与された時、集積回路パッケージが大幅に屈曲することはない。従って、ダイスの中心近傍の更なるサポートは不要である。図8Bは、デカップリングキャパシタが、集積回路ダイスの領域の全体に亘る帯の近傍に配設された他の実施形態を示す。ダイスの中心近傍にデカップリングキャパシタが存在しないため、ダイスの屈曲に対抗するように、回路基盤がダイスの中心部分にサポートを提供する。

10

【0053】

図8Cは、デカップリングキャパシタが、集積回路ダイスの両側の対称的な2集団として配置された実施形態を示す。回路基盤は、キャパシタのこれらの集団を収容する孔の間の部分を含み、集積回路パッケージの中心部分に対してサポートが提供される。図8Dは、デカップリングキャパシタの集団及び回路基盤の対応する孔が存在するが、組分けがより不規則な代替実施形態を示す。この場合も、これらの集団の間に間隔が存在するため、孔の間の回路基盤の部分によって集積回路パッケージに対してサポートが提供される。

【0054】

図8Eは、デカップリングキャパシタが不規則ではあるが対称的な集団として配置された実施形態を示す。これらの集団の間に回路基盤の部分が残存し、集積回路ダイスの中心部分のためのサポートを提供する(2集団の間のより大きな回路基盤の部分に対して更なる安定性を提供するように、2集団のうちの近接するキャパシタの間に小さな帯を含む)。図8Fは、「C」字型構成をなすデカップリングキャパシタの単一の不規則な集団を示す。「C」字型の中心の回路基盤の部分が集積回路ダイスの中心部分に対してサポートを提供する。

20

【0055】

図8Gは、3集団のデカップリングキャパシタが存在する実施形態を示す。留意点として、異なる集積回路において、ホットスポットは、位置だけでなく数も変わる可能性がある。デカップリングキャパシタのより大きな組分けの間に回路基盤の部分が残存し、集積回路ダイスに対してサポートを提供する。図8Hは、2集団のデカップリングキャパシタが存在する実施形態を示す。この実施形態において、集積回路ダイスの右下側コーナの集団のデカップリングキャパシタは、残りのデカップリングキャパシタよりも小さい間隔で配置される。留意点として、種々の実施形態は、各集積回路のホットスポットまたはその近傍でない位置に配置されるデカップリングキャパシタを含む可能性がある。デカップリングキャパシタの配置はホットスポットだけに限定される必要はないが、これらの領域でより高い濃度となっている必要がある。図8Hの実施形態においても、集積回路ダイスの中心部分に対してサポートを提供する回路基盤の部分が存在する。

30

【0056】

当業者は更に、ここで開示した実施形態に関して説明した種々の例示的な論理ブロック、モジュール、及び演算ステップが、種々の態様で実施可能であることを認識するであろう。以上では、この互換性を明白に示すため、種々の例示的な構成部品、ブロック、モジュール、及びステップが、それらの機能に関して概略的に記載される。当業者は各特定の応用に対して、記載された機能を種々の態様で実施するであろうが、そのような実施上の決定は本発明の技術的範囲から離れるものと解釈されるべきではない。

40

【0057】

以上では、本発明により与えられる効果及び利点が特定の実施形態に関して説明される。これらの効果及び利点、ならびに、これらを発生またはより明白にするいかなるエレメントまたは限定も、特許請求の範囲に記載の請求項のいずれかまたは全てについての、臨界的な、必要な、または基本的な特徴として解釈されるべきではない。ここで使用される

50

ように、用語「具備する」、「具備している」または任意の他のその変更例は排他的ではなく、これらの用語に付随する要件または限定を含むものとして解釈されることを意図する。従って、1組の要件を含むシステム、方法、またはその他の実施形態は、これらの要件だけに限定されることを意図するものではなく、記載されていない或いは請求された実施形態に固有ではないその他の要件を含むことができる。

【0058】

開示される実施形態の以上の説明は、当業者が本発明を実行または使用可能にするために提供される。これらの実施形態に対する種々の変形は当業者にとって容易に明白であり、ここで規定される一般原理は本発明の技術的範囲を逸脱せずに他の実施形態に適用されることができる。従って、本発明はここで示された実施形態に限定されず、ここで説明され且つ特許請求の範囲で列挙される原理及び新規な特徴と一貫して最も広い範囲に従うことを意図する。

10

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1A】従来技術に係る集積回路パッケージの構造を示す線図である。

【図1B】従来技術に係る集積回路パッケージの構造を示す線図である。

【図1C】従来技術に係る集積回路パッケージの構造を示す線図である。

【図2】図1A - 図1Cの集積回路における接地及びパワー面に対するデカップリングキャパシタの接続を示す線図である。

【図3A】従来技術に係る回路基盤上の集積回路パッケージの実装を示す線図である。

20

【図3B】従来技術に係る回路基盤上の集積回路パッケージの実装を示す線図である。

【図3C】従来技術に係る回路基盤上の集積回路パッケージの実装を示す線図である。

【図4A】従来技術に係る集積回路パッケージに対するヒートシンク/スプレッタの結合を示す線図である。

【図4B】従来技術に係る集積回路パッケージに対するヒートシンク/スプレッタの結合を示す線図である。

【図5A】一実施形態に係る、集積回路上のホットスポット、デカップリングキャパシタの構成、及び集積回路パッケージ及び回路基盤の他の特徴を示す線図である。

【図5B】一実施形態に係る、集積回路上のホットスポット、デカップリングキャパシタの構成、及び集積回路パッケージ及び回路基盤の他の特徴を示す線図である。

30

【図5C】一実施形態に係る、集積回路上のホットスポット、デカップリングキャパシタの構成、及び集積回路パッケージ及び回路基盤の他の特徴を示す線図である。

【図6】図5A - 図5Cに示す集積回路パッケージ及び回路基盤の断面図である。

【図7】一実施形態に係る、対応するビアによる接地及びパワー面の相互接続を示す集積回路ダイス及び基板の断面図である。

【図8A】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図8B】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図8C】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

40

【図8D】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図8E】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図8F】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

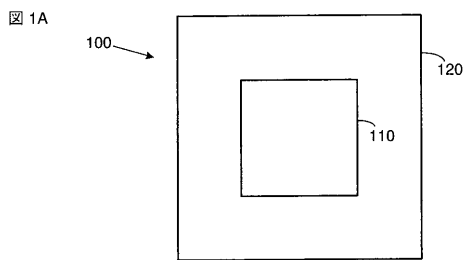
【図8G】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図8H】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、

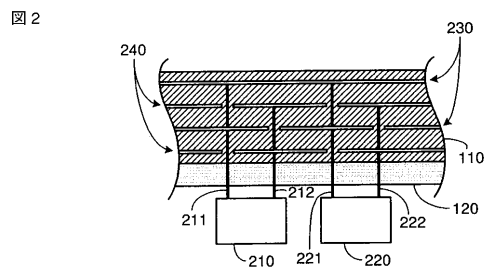
50

及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

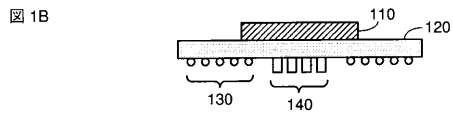
【図 1 A】



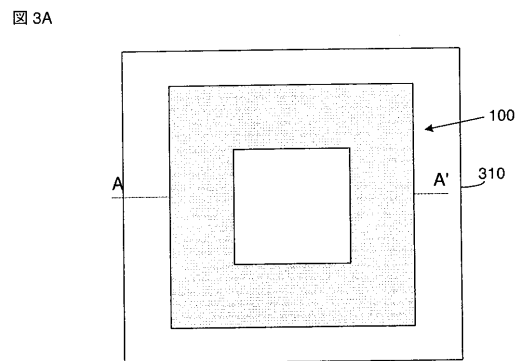
【図 2】



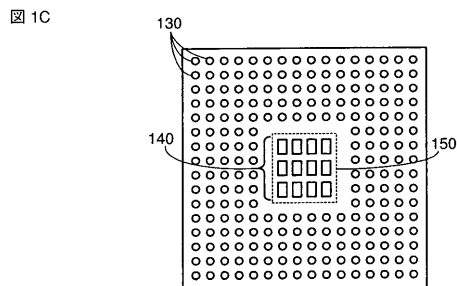
【図 1 B】



【図 3 A】

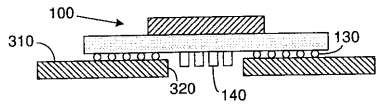


【図 1 C】



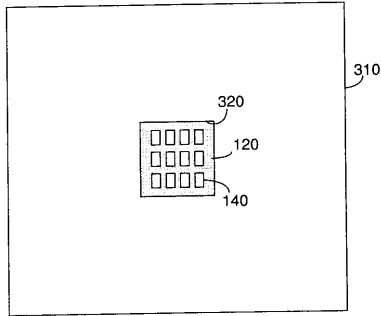
【 図 3 B 】

図 3B



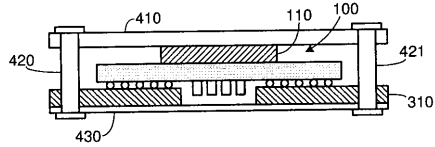
【 図 3 C 】

図 3C



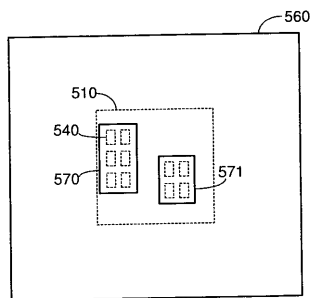
【 図 4 A 】

図 4A



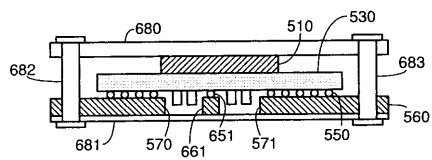
【 図 5 C 】

図 5C



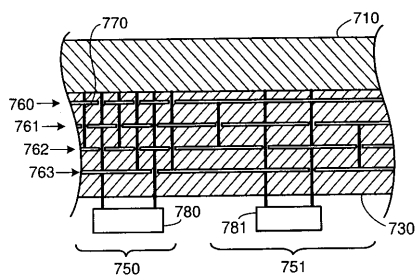
【 図 6 】

図 6



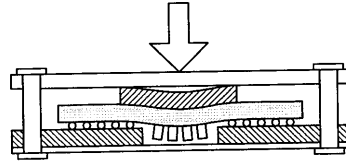
【 図 7 】

図 7



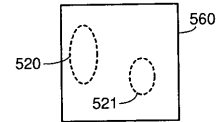
【 図 4 B 】

図 4B



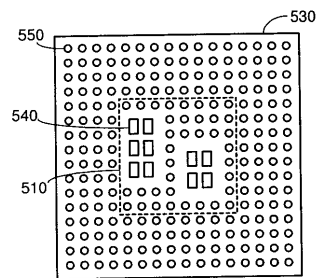
【 図 5 A 】

図 5A



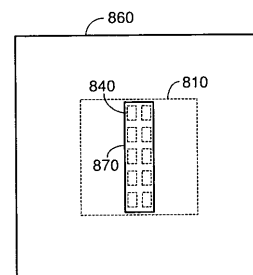
【 図 5 B 】

図 5B



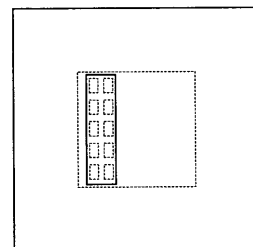
【 図 8 A 】

図 8A



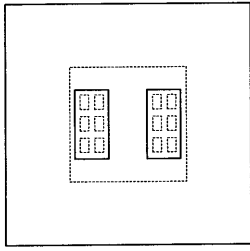
【 図 8 B 】

図 8B



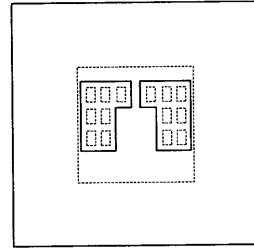
【 8 C 】

8C



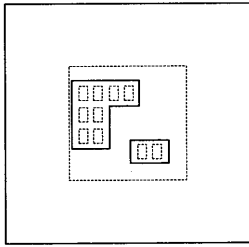
【 8 E 】

8E



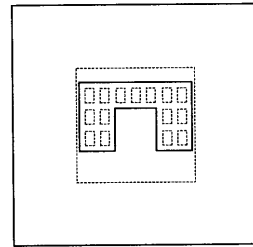
【 8 D 】

8D



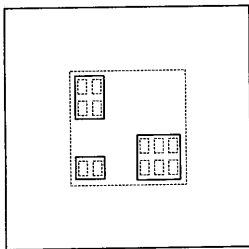
【 8 F 】

8F



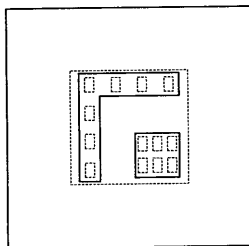
【 8 G 】

8G



【 8 H 】

8H



## 【手続補正書】

【提出日】平成18年6月13日(2006.6.13)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

集積回路と、

前記集積回路に外部的に接続された1つ以上のデカップリングキャパシタと、  
を具備し、前記デカップリングキャパシタは、前記集積回路内の1つ以上のホットスポットにおいてより高い濃度となるように配置されるデバイス。

【請求項2】

請求項1のデバイスにおいて、前記集積回路は複数のビアを含み、前記ビアの第1の組は集積回路基板の2つ以上の接地面に接続されると共に、前記ビアの第2の組は前記集積回路基板の2つ以上のパワー面に接続され、前記ホットスポットの近傍における前記ビアの濃度は、前記ホットスポットの近傍でない領域における前記ビアの濃度より高い。

【請求項3】

集積回路が実装されるように構成された回路基盤を具備するデバイスであって、

前記回路基盤には1つ以上の孔が形成され、前記孔は、1つ以上のデカップリングキャパシタが前記孔を通して前記集積回路に接続されるように配置され、

前記回路基盤は、前記1つ以上の孔に隣接して、前記集積回路の中心部分を支持するように配置された部分を含む。

【請求項4】

集積回路を提供する工程と、

前記集積回路内の1つ以上のホットスポットでより高い濃度となるように1つ以上のデカップリングキャパシタを配置する工程と、

前記デカップリングキャパシタを前記集積回路内のパワー及び/または接地面に接続する工程と、

を具備する方法。

【請求項5】

請求項4の方法において、前記集積回路に複数のビアを形成する工程を更に具備し、前記ビアの第1の組は集積回路基板の2つ以上の接地面に接続されると共に、前記ビアの第2の組は前記集積回路基板の2つ以上のパワー面に接続され、前記ホットスポットの近傍における前記ビアの濃度は、前記ホットスポットの近傍でない領域における前記ビアの濃度より高い。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的には集積回路に関し、特に、集積回路内のホットスポットの近傍により高い濃度で位置するようにデカップリングキャパシタを配設することにより、集積回路内の同時的スイッチングノイズを減少させるためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータ関連技術の発展に伴い、技術の進歩は、速度及び処理能力の向上に対する要請に適合するようになされている。これにより、集積回路は、次第に、より小さい回路構成部品をより多く有することとなっている。集積回路は、一般的に多数のトランジスタを含み、これらにより、集積回路内で種々の論理ゲート、ラッチ、増幅器、及び他の構成部品が形成される。

【0003】

集積回路の複雑さが増すと共に、集積回路内の構成部品の数が増加するのにつれ、設計者は、従前の複雑でない回路ではそれほど深刻ではなかった或いは存在しなかった問題にしばしば直面する。例えば、集積回路内のトランジスタの数が増加するのにつれ、トランジスタによって生成される同時的スイッチングノイズの量も通常増加する。このスイッチングノイズは、集積回路の性能を低下させる、或いは正常な機能を阻害する可能性がある。

【0004】

従来的には、スイッチングノイズの増加の問題は、デカップリングキャパシタを集積回路に接続することにより処理される。通常、デカップリングキャパシタは、集積回路パッケージの外部に配置され、各デカップリングキャパシタのリードの一方が集積回路内の接地面に接続され、他方のリードが集積回路内のパワー面に接続される。

【0005】

従来的には、デカップリングキャパシタは、集積回路ダイスが形成される基板の下面上に配置される。これにより、デカップリングキャパシタを集積回路ダイスに近接して配置すると共に、集積回路ダイスにコンタクトしてヒートシンクまたはヒートスプレッドを配置することが可能となる。一般的に、複数のデカップリングキャパシタが、集積回路ダイスの下面上の領域の全体に亘って均等に分配される。デカップリングキャパシタの高さは、通常、集積回路とそれが実装される回路基盤との間のコネクタの高さよりも大きいため、回路基盤には、デカップリングキャパシタが延在できるような孔を形成する必要がある。

【0006】

この従来技術は、集積回路内のスイッチングノイズを確かに減少させるが、幾つかの欠点を有する。例えば、回路基盤内の孔により、ヒートシンク/スプレッドからの圧力下で集積回路が屈曲する可能性があり、これは、集積回路とヒートシンク/スプレッドとの間の熱的コンタクトを減少させる。更に、集積回路の全体に亘るデカップリングキャパシタの均等分布は、スイッチングノイズの減少には最適ではない。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の課題は、本発明の様々な実施形態によって解消することが可能である。概略的には、本発明は、集積回路と共に使用されるヒートシンク/スプレッドの有効性を減少させることなく、集積回路におけるスイッチングノイズを減少させるためのシステム及び方法を含む。一実施形態において、デカップリングキャパシタは、集積回路ダイスが実装される基板の下面から集積回路に接続される。デカップリングキャパシタは、均等に分布される代わりに、集積回路の「ホットスポット」領域においてより高い濃度で配置される。一実施形態において、デカップリングキャパシタ及び回路基盤の対応する孔（そこにデカップリングキャパシタが挿入される）は、集積回路の中心部分に対してサポートを提供するように配置され、これによって、集積回路がヒートシンク/スプレッドから離れるように屈曲するのを防止する。一実施形態において、集積回路内の異なる接地面及び/またはパワー面に接続されるビアの濃度は、他の領域よりもホットスポットで高くなるように設定される。

【0008】

一実施形態は、集積回路ダイス及び1つ以上のデカップリングキャパシタを含むデバイスからなる。デカップリングキャパシタは、集積回路ダイス内のホットスポットでデカッ

ブリッジングキャパシタがより高い濃度で存在するように、集積回路ダイスの各位置に外部的に接続される。一実施形態において、集積回路ダイスは基板上に実装されると共に、デカップリングキャパシタは基板を通して集積回路ダイスに接続される。基板は、貫通するように形成された1つ以上の孔を有する回路基盤に実装されることができる。孔は、基板が回路基盤に実装される時、デカップリングキャパシタが孔を通して延存するように配置される。回路基盤は、集積回路ダイスの中心部分の下側に位置する部分を含むことができ、基板上的コネクタがこの回路基盤の部分に支持される。デバイスはまた、集積回路ダイスと熱的コンタクトするように配置されたヒートシンク/スプレッドを含むことができる。ヒートシンク/スプレッドに圧力を付与するために、カップリング、例えば、裏板及び接続ピン、を使用することができ、これにより、集積回路ダイスとの熱的コンタクトを維持する。集積回路ダイスはまた、集積回路ダイスの接地及び/またはパワー面に接続されるビアを含むことができ、ここで、ビアの濃度は集積回路ダイスの他の領域よりもホットスポットで高くなるように設定される。

【0009】

他の実施形態は、集積回路が実装されるように構成された回路基盤からなる。この回路基盤には1つ以上の孔が形成され、この孔は、デカップリングキャパシタが孔を通して集積回路に接続されるように配置される。回路基盤はまた、集積回路ダイスの下側中心に配置される部分を含み、これは、集積回路ダイスの中心部分下側の基板上的コネクタにサポートを提供する。

【0010】

他の実施形態は、方法からなり、これは、集積回路ダイスを提供する工程と、集積回路ダイスのホットスポットでより高い濃度となるように1つ以上のデカップリングキャパシタを配置する工程と、デカップリングキャパシタを集積回路ダイス内のパワー及び/または接地面に接続する工程とを含む。

【0011】

一実施形態において、集積回路ダイスは基板上に実装されると共に、デカップリングキャパシタはこの基板を通して集積回路ダイスに接続される。上記方法は、回路基盤を提供すると共に、この回路基盤に孔を形成する工程を具備することができ、次に、回路基盤に基板を実装する。これらの孔は、基板が回路基盤に実装される時、デカップリングキャパシタが孔を通して延存するように配置される。回路基盤は、集積回路ダイスの中心部分に対してサポートを提供する回路基盤の部分が配置されるように、形成することができる。

【0012】

上記方法はまた、集積回路ダイスに熱的コンタクトを形成するようにヒートシンク/スプレッドを配置する工程と、集積回路ダイスとの熱的コンタクトを維持するように、ヒートシンク/スプレッドに対して圧力を付与する工程と、を具備することができる。上記方法はまた、ダイスの接地及び/またはパワー面に接続される複数のビアを集積回路ダイスに形成する工程を具備することができ、ここで、ビアの濃度は集積回路ダイスの他の領域よりもホットスポットで高くなるように設定される。

【0013】

多数の他の実施形態もまた可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明のその他の目的及び利点は以下の詳細な説明と、添付図面の参照により明白になるであろう。

【0015】

本発明は種々の変形及び代替形態を取るが、その特定の実施形態を図面及び付随する詳細な説明の例によって示す。しかしながら、図面及び詳細な説明は、本発明を説明した特定の実施形態に限定することを意図するものではないことを理解すべきである。即ち、この説明は、特許請求の範囲により規定される本発明の技術的範囲内に入る全ての変形、等価物、及び別の実施形態をカバーすることを意図する。

## 【 0 0 1 6 】

本発明の 1 以上の実施形態を以下説明する。以下説明するこれら及び任意の他の実施形態は例示であり、本発明の技術的範囲を限定するものではなく本発明の説明を意図するものであることに注意すべきである。

## 【 0 0 1 7 】

概略的には、本発明は、集積回路において、スイッチングノイズを減少させるシステム及び方法に関する。一実施形態において、集積回路内のホットスポットの近傍にデカップリングキャパシタが位置するように、デカップリングキャパシタが集積回路に接続される。集積回路が実装される回路基盤は、デカップリングキャパシタが延在できる 1 つ以上の孔を含む可能性があり、これらの孔は集積回路ダイスの中心部分に対してサポートを提供するように形成される。更に、集積回路内の接地面を接続するビア及び集積回路内のパワー面を接続するビアは、ホットスポットの近傍でより高濃度に形成される可能性がある。

## 【 0 0 1 8 】

本発明の詳細を説明する前に、従来技術に関連する問題及び本発明の種々の実施形態の利点をより明確にするため、集積回路の従来構成及び実装について説明する。

## 【 0 0 1 9 】

図 1 A - 図 1 C は、従来技術に係る集積回路パッケージの構造を示す線図である。図 1 A は、基板上の集積回路ダイスの平面図である。図 1 B は、デカップリングキャパシタ及び B G A ボールコネクタの幾つかを示す、基板上の集積回路ダイスの断面図である。図 1 C は、デカップリングキャパシタ及び B G A ボールコネクタの配置を示す、基板の底面図である。

## 【 0 0 2 0 】

図 1 A に関し、集積回路パッケージ 1 0 0 は、集積回路ダイス 1 1 0 及び基板 1 2 0 を含む。集積回路ダイス 1 1 0 は、集積回路の機能的回路構成を形成する論理ゲート、ラッチ、及び他の構成部品を含む。集積回路ダイス 1 1 0 は、回路基盤上に実装可能な、より堅固なパッケージを提供するように、基板 1 2 0 上に実装される。これにより、集積回路は、より大きな回路またはデバイスに組み込まれることが可能となる。

## 【 0 0 2 1 】

集積回路ダイス 1 1 0 に対する物理的入力及びこれからの出力は、基板 1 2 0 上の配線またはトレース（図示せず）に接続される。これらの配線またはトレースはまた、基板 1 2 0 上のコネクタ手段に結合される。コネクタ手段は、上述のように、集積回路がより大きなデバイスの他の構成部品と相互作用可能となるように、集積回路を回路基盤に結合するように配設される。図 1 B 及び図 1 C に示すように、コネクタ手段は、B G A（ボールグリッドアレイ）ボール 1 3 0 の組み合わせからなる。

## 【 0 0 2 2 】

ここで、「トレース」とは、集積回路の構成部品を接続するように集積回路ダイス内に形成された、導電性材料（例えば、アルミニウム）のパターン化された層をいう。トレースは、非集積回路内の配線と同じ目的のために機能する。

## 【 0 0 2 3 】

現在の集積回路（例えば、マイクロプロセッサ）の殆どは、P G A（ピングリッドアレイ）コネクタ手段を使用してパッケージ化される一方、ここに記載の実施形態は、改良された性能を提供するため、B G A ボールコネクタを使用する。P G A コネクタは、回路基盤に対する着脱が容易であるが、このコネクタを使用する場合、信号の完全性の目的において望ましい条件を維持することが難しい可能性がある。何故なら、P G A コネクタの長いピン及びソケットは比較的大きなインダクタンスを有するからである。これらのインダクタンスは、集積回路の動作速度が高い場合（例えば、1 G H z）、問題となる可能性がある。B G A 接続は、長いピンの代わりに半田の小さなボールを使用すると共に、ソケットに差し込む代わりに回路基盤上に直接組み立てるため、B G A 接続は P G A コネクタよりも良好な電气的性能を有する。

## 【 0 0 2 4 】

図1Cに関し、基板120の下面上のBGAボール130及びデカップリングキャパシタ140の構成が示される。(留意点として、BGAボールの幾つかだけを参照符号130で明確に指示すると共に、デカップリングキャパシタの幾つかだけを参照符号140で明確に指示しているが、これらの参照符号は、図中の同じ部材の夫々/全てを参照することを意図する。)図示のように、BGAボール130は、基板の全体に亘って、規則正しい矩形のパターンまたはグリッドで配置されるが、基板の中心部分150内にはBGAボールは存在しない。デカップリングキャパシタ140は、中心部分150内で規則正しい矩形のパターンで配置される。

#### 【0025】

図2は、上記の集積回路における接地及びパワー面に対するデカップリングキャパシタの接続を示す線図である。図2は、デカップリングキャパシタ210及び220近傍における集積回路の小さな断面を示す。上述のように、デカップリングキャパシタ210及び220は基板120の下面上に配置される。デカップリングキャパシタ210及び220の夫々は一对のリードを有し、ここで、デカップリングキャパシタ210のためにリード211及び212が配設され、デカップリングキャパシタ220のためにリード221及び222が配設される。留意点として、これらの2本リードキャパシタは単純化のために示されており、幾つかの実施形態では、インダクタンスを減少するように、より多くの(例えば、8本または10本)リードを有する可能性がある。各デカップリングキャパシタの一方のリード(例えば、リード211及び221)は、集積回路ダイス110内のパワー面230に接続される。各デカップリングキャパシタの他方のリード(例えば、リード212及び222)は、集積回路ダイス110内の接地面240に接続される。デカップリングキャパシタによって提供される接地及びパワー面間の容量は、各DC電圧を隔離する一方で、両面間の高周波数信号(例えば、スイッチングノイズ)を分流するように機能する。

#### 【0026】

図3A - 図3Cは、従来技術に係る回路基盤上の集積回路パッケージの実装を示す線図である。図3Aは、回路基盤上の集積回路パッケージの平面図である。図3Bは、回路基盤上の集積回路パッケージの断面図である。図3Cは、回路基盤内の孔を通して集積回路パッケージ及びデカップリングキャパシタの一部を示す、回路基盤の底面図である。

#### 【0027】

図3Aに関し、集積回路パッケージ100がプリント回路基盤310上に実装される。集積回路パッケージ100の入力及び出力は、集積回路パッケージの下面上のBGAボール130を介して回路基盤上の導電性トレースに直接的に接続される。この接続は、図3Bにおいてより明確に見ることができる。

#### 【0028】

典型的には、BGAボール130は、デカップリングキャパシタ140と比較して小さい。例えば、BGAボールは約0.4mmの高さである一方、デカップリングキャパシタは約0.8mmの高さである可能性がある。従って、デカップリングキャパシタ140は、BGAボール130の高さだけ離間する集積回路パッケージ100及び回路基盤310間の間隙には適合しないことは明白である。従って、回路基盤310に孔320を形成することが必要である。集積回路パッケージ100が回路基盤310上に実装される時、デカップリングキャパシタ140は孔320内に延在し、その結果、回路基盤310に対する集積回路パッケージ100の接続に干渉することがない。

#### 【0029】

高性能マイクロプロセッサのような集積回路は、大量のパワーを消費することが典型的であるため、集積回路の動作中に生成される熱を消散するための機構を提供することがしばしば必要である。この目的のため、ヒートシンクまたはヒートスプレッドが一般的に使用される。シンクは、集積回路から熱を引き離すために使用される。ヒートスプレッドは、特定のスポットで生成される熱をより大きな領域に分散させるために使用される。通常、両機能は同じ物理的構造(例えば、集積回路と熱的にコンタクトするように配置された

フィンの付いた金属板または他の構造)によって達成されるため、本明細書においてこれら2つの区別はしない。

【0030】

図4A - 図4Bは、従来技術に係る集積回路パッケージに対するヒートシンク/スプレッドの結合を示す線図である。図4Aは、回路基盤、集積回路パッケージ、及びヒートシンク/スプレッドの構成を、ヒートシンク/スプレッドに殆どまたは全く圧力が付与されていない状態で示す。図4Bは、図4Aと同じ構成を、ヒートシンク/スプレッドに圧力が付与されている状態で示す。

【0031】

図4Aに関し、上述のように、集積回路パッケージ100が回路基盤310上に実装される。次に、ヒートシンク/スプレッド410が集積回路ダイス110の上面にコンタクトして配置される。典型的には、ヒートシンク/スプレッド410及び集積回路ダイス110のコンタクト面は、両者間に良好な熱的コンタクトが形成されるように適合する(例えば、両者とも平坦)。集積回路ダイス110からヒートシンク/スプレッド410への熱移動を改善するため、高伝熱性を有する物質(これは、熱的仲介材料またはTIMとしても言及されるであろう)がこれらの2つの構成部品間に配置されることができる。

【0032】

この態様で熱的に結合される2つの部品間の熱移動の効率は、典型的には、部品に圧力を付与して強制的に一体的とすることにより改良可能となる。これにより、部品間の熱的仲介材料の層の厚さが減少する。図4A - 図4Bの線図において、ヒートシンク/スプレッドに対向する回路基盤310の下面に対して背板を配置することにより、ヒートシンク/スプレッド410に対して圧力が付与される。ヒートシンク/スプレッドを集積回路ダイス110に対して押圧するように、ピンの組み合わせが、ヒートシンク/スプレッド410及び背板430を通して配置される共に締め付けられる。しかし、回路基盤310に孔があるため、この態様でヒートシンク/スプレッド410に圧力を付与すると、集積回路ダイス110からの熱移動の効率が実際には低下する可能性がある。何故なら、付与された圧力により、集積回路ダイス110(及び集積回路パッケージ100の残部)が、孔に向かうと共にヒートシンク/スプレッド410から離れるように屈曲するからである。この場合、集積回路ダイス110及びヒートシンク/スプレッド410間に間隙が形成され、熱的仲介材料の層の厚さを増加させ(または、熱的仲介材料が使用されない場合には間隙が形成され)、これにより、集積回路ダイスとヒートシンク/スプレッドとの間の熱移動が阻害される。

【0033】

本発明の一実施形態において、デカップリングキャパシタは、集積回路ダイスの領域の全体に亘って均等に分布される規則正しく離間する位置ではなく、集積回路の「ホットスポット」の近傍に配置される。デカップリングキャパシタをホットスポットの近傍に配置することにより、スイッチングノイズはより効果的に減少される。更に、デカップリングキャパシタが不均等に分布される場合、デカップリングキャパシタを収容するために回路基盤に形成された孔は、集積回路の中心部分に対してサポートを提供するように形成されることができる。これにより、集積回路ダイスとヒートシンク/スプレッドとの間の熱的結合の有効性を減少させる集積回路の屈曲を抑制または排除することができる。集積回路内のスイッチングノイズもまた、集積回路内の接地面及び/またはパワー面を接続するビアの濃度を高くすることにより減少される。

【0034】

多くの場合、集積回路の物理的レイアウトは、通常動作中に高レベルの活動を経験する構成部品をより高い濃度で含む1つ以上の領域を有することとなる。これらの領域における高レベルの活動により、これらの領域において回路構成部品によって使用されるパワー量は、他の領域よりも高い。このため、集積回路の他の領域よりも、これらの領域において、より大量の熱が消散される。これらの領域において、より高いレベルの活動及びより大量のパワーの消散があるため、これらはしばしば「ホットスポット」として言及される

。

## 【0035】

図5Aは、一実施形態に係る、集積回路ダイス上のホットスポットを示す線図である。この実施形態において、集積回路ダイス510は2つのホットスポット520及び521を含む。これらは、集積回路の動作中、比較的高レベルの活動が存在するダイスの領域である。留意点として、図中に破線で概略的に示されるホットスポットは、活動及び対応する熱消散のレベルにおける明白な変化を示すものではなく、これらのレベルは、活動/熱が非常に高い領域から、活動/熱がより低い領域へ徐々に変化するものである。破線は、各ホットスポットの大凡の領域を単に指示するだけである。また留意点として、図5Aは2つのホットスポットを示すが、他の集積回路はより多くのまたはより少ないホットスポットを有する可能性があり、更にこれらのホットスポットは規則正しくまたは不規則に形作られる可能性がある。

## 【0036】

同時的スイッチングノイズを減少させるためのデカップリングキャパシタの使用に関し、デカップリングキャパシタがホットスポットまたはその近傍で集積回路に接続される方が、デカップリングキャパシタが集積回路ダイスの領域の全体に亘って均等に分布されるよりも効果的であることが測定されている。従って、規則正しいパターン（例えば、図1及び図2に示すパターン）でデカップリングキャパシタを集積回路ダイス上に配置する従来技術は、ホットスポットまたはその近傍でデカップリングキャパシタをより高い濃度で配置するパターン（例えば、図6 - 図8に示すパターン）と比較して、効果が低い。

## 【0037】

各ホットスポットの範囲は正確に規定できないという理由、及びデカップリングキャパシタは有限の物理的範囲を有するという理由から、デカップリングキャパシタの配置がホットスポット境界と厳密に適合することは不可能である。このため、デカップリングキャパシタの配置は、ホットスポットに関連してキャパシタの分布または濃度（単位領域あたりのキャパシタの数）として、以下に記載される。本発明の実施形態では、集積回路ダイスの領域の全体に亘って均等な分布に対応する規則正しく離間するアレイでキャパシタを配置する従来技術を採用しない。代わりに、本発明の実施形態では、集積回路ダイスの領域の全体に亘って均等でない分布に対応する不規則に離間する構成でキャパシタを配置する。デカップリングキャパシタのこの不均等分布は、ホットスポットまたはその近傍でキャパシタをより高い濃度で有すると共に、ホットスポットを含まない領域においてより低い濃度で有する。

## 【0038】

図5Bは、一実施形態に係る、集積回路パッケージの下面上におけるデカップリングキャパシタ及びBGAボールコネクタの配置を示す線図である。この図は、集積回路ダイス510が実装される基板530の下面を示す。留意点として、図5Aに示す集積回路ダイス510は、図5Aにおけるダイス510の向きが図5Bの基板530上の実装位置におけるものと同じであるように、必要に応じて示される。従って、図5Bにおけるホットスポット520及び521の位置は、図5Aに示すそれと同じである。

## 【0039】

基板530の反対側における集積回路ダイス510の位置は、図5Bに破線で示される。図5A及び図5Bに示すように、デカップリングキャパシタ540がホットスポット520及び521に配置される。6個のデカップリングキャパシタの集団がホットスポット520上に配置され、4個のデカップリングキャパシタの集団がホットスポット521上に配置される。集積回路におけるスイッチング活動の多くはホットスポット520及び521で発生するため、これらのホットスポット上にデカップリングキャパシタ540を配置することにより、均等分布よりも、同時的スイッチングノイズをより効果的に減少させることができる。

## 【0040】

上述のように、各ホットスポットの範囲は正確に規定できないため、本明細書において

、ホットスポット「上に」デカップリングキャパシタが配置されるということは、デカップリングキャパシタ位置とホットスポット位置との間の大凡の相関関係を示すもので、厳密な相関関係を示すものではない。ホットスポット上へのデカップリングキャパシタの配置は、代わりに、ホットスポットの領域におけるデカップリングキャパシタの濃度として言及される可能性がある。図5Bに示すように、デカップリングキャパシタの濃度は、集積回路ダイス510のホットスポットから離れた領域（例えば、集積回路ダイスの右上側コーナ）と比較して、ホットスポット520及び521の領域においてより高い。

#### 【0041】

上述のように、集積回路ダイスのホットスポットの近傍でより高い濃度でデカップリングキャパシタを配置すると、集積回路が実装されることとなる回路基盤が、集積回路ダイスの中心部分にサポートを提供するように構成されるという更なる利点を得ることができると可能性がある。図5Bに示すように、デカップリングキャパシタ540は2つの集団に組分けされ、その1つは集積回路ダイスの左側にあり、他の1つは集積回路ダイスの右側にある。これらの2集団のデカップリングキャパシタの間に間隔をあけることにより、2組のデカップリングキャパシタの間に、一連のBGAボールを配置することが可能となる。これらのBGAボールは、集積回路パッケージが実装されることとなる回路基盤の対応する部分にコンタクトし、これによって集積回路パッケージの中心部分を支持する。

#### 【0042】

図5Cは、回路基盤560の下面を、そこに実装された集積回路パッケージと共に示す図である。この図においても、集積回路ダイス510の位置が破線によって示される。集積回路ダイス510の範囲に概ね適合する単一の大きな孔を有する（従来技術のように）のではなく、回路基盤560は、集積回路パッケージの下面上の2組のデカップリングキャパシタを収容するように、2つの孔570及び571を含む。この図において、デカップリングキャパシタの位置も破線によって示される。留意点として、回路基盤560は、集積回路パッケージ上の2組のデカップリングキャパシタ間に配置される、一連のBGAボールにコンタクトする部分を、孔570及び571間に含む。回路基盤560のこの部分は、集積回路パッケージの中心部分に対してサポートを提供する。

#### 【0043】

図6は、図5A - 図5Cに示す集積回路パッケージ及び回路基盤の断面図である。この図において、集積回路パッケージ（集積回路ダイス510、基板530、デカップリングキャパシタ540、及びBGAボール550からなる）が、回路基盤560上に実装される。ヒートシンク/スプレッド680が集積回路ダイス510にコンタクトして配置されると共に、ヒートシンク/スプレッドに圧力が付与される。この圧力の付与は、回路基盤560の下に裏板681を配置すると共に、ピン682及び683を使用してヒートシンク/スプレッドを裏板に接続することにより行われる。この図により明確に示されるように、孔570及び571間の回路基盤560の部分（661）が2組のデカップリングキャパシタ間で一連のBGAボール（651）にコンタクトし、集積回路パッケージの中心部分に対してサポートを提供する。その結果、ヒートシンク/スプレッド680に圧力が付与された時、集積回路パッケージはヒートシンク/スプレッドから離れるように屈曲することができず、これにより、集積回路ダイス510及びヒートシンク/スプレッド間に良好な熱的コンタクトが維持される。従って、ヒートシンク/スプレッドの有効性に悪影響を及ぼすことなく、デカップリングキャパシタの使用によって集積回路における同時的スイッチングノイズが減少される。

#### 【0044】

上述のように、集積回路における同時的スイッチングノイズはまた、集積回路基板の接地及びパワー面間にビアを適正に配置することにより、減少させることが可能である。典型的には、集積回路基板は複数の層を含む。各層は、種々の回路構成部品及び導電性トレースを含む可能性がある。異なる層の構成部品またはトレース間の接続は、集積回路基板内のビアによって形成することが可能である。ビアは、典型的には、集積回路基板の1つ以上の層に孔を穿つと共に、孔に半田を埋め込む（またはコーティングする）ことにより

形成される電氣的配線である。

【0045】

典型的には、集積回路の各層における電氣的構成部品は、パワー源及び接地接続を有する必要がある。このため、通常、各層には、ソース電圧（例えば、V<sub>dd</sub>）に接続される多数の電氣的トレースと、接地電位に接続される多数のトレースとが存在する。これを記載する目的で、層上のソース電圧電位にあるトレースがパワー面として言及される一方、層上の接地電位にあるトレースが接地面として言及される。通常、異なる層のパワー/接地面を互いに接続すると共にデカップリングキャパシタに接続するため、複数のビアが配設される。従来的には、これらのビアは、都合がよければどの位置にでも形成される。

【0046】

パワー面及び/または接地面に接続されるこれらのビアの存在は、同時的スイッチングノイズの減少に有益であることが測定されている。これらのビアが有益であるため、本発明の実施形態の幾つかは、更なるノイズの減少を提供するため、ビアを使用する。より具体的には、これらのビアは、集積回路内のホットスポットと関係なく適当な位置に配置されるのではなく、ホットスポットまたはその近傍でより高い濃度（即ち、単位領域あたりのビアの数が多）でビアが存在すると共に、集積回路の他の領域においてより低い濃度でビアが存在するように配置される。

【0047】

接地及び/またはパワー面間のビアの濃度の変化は、図7に関して例示される。この図は、対応するビアによる接地及びパワー面の相互接続を示す集積回路基板の断面図である。この図において、集積回路ダイス710が基板730上に実装される。基板730は複数の層を含み、各層は接地面及びパワー面を含む可能性がある。図7において、4個のそのような面（760-763）が示される。これらの面の2つがパワー面で、2つが接地面であるとする。例えば、面760及び762をパワー面とする一方、面761及び763を接地面とすることができる。複数のビア（例えば、770）が、パワー面760をパワー面762に接続する。同様に、複数のビアが、パワー面761をパワー面763に接続する。また、複数のビアが、接地及びパワー面をデカップリングキャパシタ780及び781に接続する。ここで、集積回路ダイスの第1の部分750がホットスポットである一方、第2の部分751がホットスポットでないとする。この図に示すように、ビアの濃度は、ホットスポットの領域（集積回路ダイスの部分750）の方が、非ホットスポットの領域（部分751）より高い。

【0048】

この図において、ビアの1つだけが参照符号770で明示されるが、この参照符号はビアを集合的に示すことを意図する。図を明確にするため、ビアの1つだけがこの参照符号によって明示される。

【0049】

留意点として、デカップリングキャパシタの分布と同様に、パワー及び/または接地面を相互接続するビアの配置は、ホットスポットのあいまいな境界と厳密に対応させることはできない。従って、本明細書において、ビアが集中するということは、ホットスポットの近傍でビアの間隔が概ねより小さいということの意味すると解釈すべきである。

【0050】

以上の説明は、本発明の特定の実施形態に指向されるものである。これらの実施形態は例示することを意図し、上述の特徴の多くの変更例が代替実施形態に含まれる可能性がある。例えば、ホットスポットの位置は、異なる設計の集積回路間でかなり変更されることが予想される。これらの異なる集積回路に接続されるデカップリングキャパシタの位置もまた、従って変更される。また同様に、これらの集積回路が実装される回路基盤の構成も変更され、また、ホットスポットの位置及びデカップリングキャパシタの対応する位置も異なってくる。

【0051】

図8A - 図8Hは、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基

盤孔の可能な変更例を示す。これらの図の夫々において、外側の実線（例えば、860）は回路基盤を示す。破線の正方形（例えば、810）は集積回路ダイスの位置を示す。内側の実線（例えば、870）は回路基盤の孔を示す。小さな破線の矩形（例えば、840）はデカップリングキャパシタの位置を示す。図において、デカップリングキャパシタ及び回路基盤の対応する孔だけが示されるが、デカップリングキャパシタの位置は各集積回路のホットスポットに対応するものとする。

【0052】

図8Aは、回路基盤860に単一の孔870を有する実施形態を示す。この実施形態において、デカップリングキャパシタ840が、集積回路26の頂部からダイス810の底部へ延存する帯に集中される。孔870は狭いため、ヒートシンク/スプレッドによってパッケージに圧力が付与された時、集積回路パッケージが大幅に屈曲することはない。従って、ダイスの中心近傍の更なるサポートは不要である。図8Bは、デカップリングキャパシタが、集積回路ダイスの領域の全体に亘る帯の近傍に配設された他の実施形態を示す。ダイスの中心近傍にデカップリングキャパシタが存在しないため、ダイスの屈曲に対抗するように、回路基盤がダイスの中心部分にサポートを提供する。

【0053】

図8Cは、デカップリングキャパシタが、集積回路ダイスの両側の対称的な2集団として配置された実施形態を示す。回路基盤は、キャパシタのこれらの集団を収容する孔の間の部分を含み、集積回路パッケージの中心部分に対してサポートが提供される。図8Dは、デカップリングキャパシタの集団及び回路基盤の対応する孔が存在するが、組分けがより不規則な代替実施形態を示す。この場合も、これらの集団の間には間隔が存在するため、孔の間の回路基盤の部分によって集積回路パッケージに対してサポートが提供される。

【0054】

図8Eは、デカップリングキャパシタが不規則ではあるが対称的な集団として配置された実施形態を示す。これらの集団の間に回路基盤の部分が残存し、集積回路ダイスの中心部分のためのサポートを提供する（2集団の間のより大きな回路基盤の部分に対して更なる安定性を提供するように、2集団のうちの近接するキャパシタの間に小さな帯を含む）。図8Fは、「C」字型構成をなすデカップリングキャパシタの単一の不規則な集団を示す。「C」字型の中心の回路基盤の部分が集積回路ダイスの中心部分に対してサポートを提供する。

【0055】

図8Gは、3集団のデカップリングキャパシタが存在する実施形態を示す。留意点として、異なる集積回路において、ホットスポットは、位置だけでなく数も変わる可能性がある。デカップリングキャパシタのより大きな組分けの間に回路基盤の部分が残存し、集積回路ダイスに対してサポートを提供する。図8Hは、2集団のデカップリングキャパシタが存在する実施形態を示す。この実施形態において、集積回路ダイスの右下側コーナの集団のデカップリングキャパシタは、残りのデカップリングキャパシタよりも小さい間隔で配置される。留意点として、種々の実施形態は、各集積回路のホットスポットまたはその近傍でない位置に配置されるデカップリングキャパシタを含む可能性がある。デカップリングキャパシタの配置はホットスポットだけに限定される必要はないが、これらの領域でより高い濃度となっている必要がある。図8Hの実施形態においても、集積回路ダイスの中心部分に対してサポートを提供する回路基盤の部分が存在する。

【0056】

当業者は更に、ここで開示した実施形態に関して説明した種々の例示的な論理ブロック、モジュール、及び演算ステップが、種々の態様で実施可能であることを認識するであろう。以上では、この互換性を明白に示すため、種々の例示的な構成部品、ブロック、モジュール、及びステップが、それらの機能に関して概略的に記載される。当業者は各特定の応用に対して、記載された機能を種々の態様で実施するであろうが、そのような実施上の決定は本発明の技術的範囲から離れるものと解釈されるべきではない。

【0057】

以上では、本発明により与えられる効果及び利点が特定の実施形態に関して説明される。これらの効果及び利点、ならびに、これらを発生またはより明白にするいかなるエレメントまたは限定も、特許請求の範囲に記載の請求項のいずれかまたは全てについての、臨界的な、必要な、または基本的な特徴として解釈されるべきではない。ここで使用されるように、用語「具備する」、「具備している」または任意の他のその変更例は排他的ではなく、これらの用語に付随する要件または限定を含むものとして解釈されることを意図する。従って、1組の要件を含むシステム、方法、またはその他の実施形態は、これらの要件だけに限定されることを意図するものではなく、記載されていない或いは請求された実施形態に固有ではないその他の要件を含むことができる。

【0058】

開示される実施形態の以上の説明は、当業者が本発明を実行または使用可能にするために提供される。これらの実施形態に対する種々の変形は当業者にとって容易に明白であり、ここで規定される一般原理は本発明の技術的範囲を逸脱せずに他の実施形態に適用されることができる。従って、本発明はここで示された実施形態に限定されず、ここで説明され且つ特許請求の範囲で列挙される原理及び新規な特徴と一貫して最も広い範囲に従うことを意図する。

【0059】

本発明によれば、例えば、以下の視点1乃至20に記載されるようなデバイス及び方法が提供可能である。

【0060】

[視点1]

集積回路と、

前記集積回路に外部的に接続された1つ以上のデカップリングキャパシタと、を具備し、前記デカップリングキャパシタは、前記集積回路内の1つ以上のホットスポットにおいてより高い濃度となるように配置されるデバイス。

【0061】

[視点2]

視点1のデバイスにおいて、前記デカップリングキャパシタは、前記集積回路に対して不規則な間隔をあけて配置される。

【0062】

[視点3]

視点1のデバイスにおいて、前記デカップリングキャパシタは、集積回路ダイスが実装される基板を通して前記集積回路に接続され、前記基板は、前記集積回路ダイスのための1つ以上のコネクタを含む。

【0063】

[視点4]

視点3のデバイスにおいて、1つ以上の孔が形成された回路基盤を更に具備し、前記孔は、前記基板が前記回路基盤に実装される時、前記デカップリングキャパシタが前記孔を通して延存するように配置される。

【0064】

[視点5]

視点4のデバイスにおいて、前記デカップリングキャパシタ及び前記孔は、前記集積回路に対して非対称的に配置される。

【0065】

[視点6]

視点4のデバイスにおいて、前記回路基盤は、前記集積回路の中心部分の下側に配置された部分を含む。

【0066】

[視点7]

視点6のデバイスにおいて、前記集積回路の前記中心部分の下側に配置された前記回路

基盤の部分は、前記基板上の前記コネクタの1つ以上にコンタクトする。

【0067】

[視点8]

視点7のデバイスにおいて、

前記集積回路ダイスに熱的コンタクトを形成するように配置されるヒートシンク/スプレッドと、

前記集積回路ダイスとの前記熱的コンタクトを維持するように、前記ヒートシンク/スプレッドに対して圧力を付与するように構成されたカップリングと、  
を更に具備する。

【0068】

[視点9]

視点1のデバイスにおいて、前記集積回路は複数のビアを含み、前記ビアの第1の組は集積回路基板の2つ以上の接地面に接続されると共に、前記ビアの第2の組は前記集積回路基板の2つ以上のパワー面に接続され、前記ホットスポットの近傍における前記ビアの濃度は、前記ホットスポットの近傍でない領域における前記ビアの濃度より高い。

【0069】

[視点10]

集積回路が実装されるように構成された回路基盤を具備するデバイスであって、

前記回路基盤には1つ以上の孔が形成され、前記孔は、1つ以上のデカップリングキャパシタが前記孔を通して前記集積回路に接続されるように配置され、

前記回路基盤は、前記1つ以上の孔に隣接して、前記集積回路の中心部分を支持するように配置された部分を含む。

【0070】

[視点11]

集積回路を提供する工程と、

前記集積回路内の1つ以上のホットスポットでより高い濃度となるように1つ以上のデカップリングキャパシタを配置する工程と、

前記デカップリングキャパシタを前記集積回路内のパワー及び/または接地面に接続する工程と、  
を具備する方法。

【0071】

[視点12]

視点11の方法において、前記デカップリングキャパシタは、前記集積回路に対して不規則な間隔をあけて配置される工程を更に具備する。

【0072】

[視点13]

視点11の方法において、前記デカップリングキャパシタを前記集積回路内のパワー及び/または接地面に接続する工程は、前記デカップリングキャパシタを、集積回路ダイスが実装される基板を通して前記集積回路に接続する工程を具備し、前記基板は、前記集積回路のための1つ以上のコネクタを含む。

【0073】

[視点14]

視点13の方法において、回路基盤を提供する工程と、前記回路基盤に1つ以上の孔を形成する工程と、を更に具備し、前記孔は、前記基板が前記回路基盤に実装される時、前記デカップリングキャパシタが前記孔を通して延存するように配置される。

【0074】

[視点15]

視点14の方法において、前記回路基盤に前記基板を実装する工程を更に具備する。

【0075】

[視点16]

視点14の方法において、前記デカップリングキャパシタ及び前記孔を、前記集積回路に対して非対称的に配置する工程を更に具備する。

【0076】

[視点17]

視点14の方法において、前記回路基板に孔を形成する工程は、前記集積回路の中心部分の下側に配置された部分を前記回路基板に提供する工程を具備する。

【0077】

[視点18]

視点17の方法において、前記基板上的前記コネクタの1つ以上を、前記集積回路の前記中心部分の下側に配置された前記回路基板の部分にコンタクトするように配置する工程を更に具備する。

【0078】

[視点19]

視点18の方法において、

前記集積回路ダイスに熱的コンタクトを形成するようにヒートシンク/スプレッタを配置する工程と、

前記集積回路ダイスとの前記熱的コンタクトを維持するように、前記ヒートシンク/スプレッタに対して圧力を付与する工程と、  
を更に具備する。

【0079】

[視点20]

視点11の方法において、前記集積回路に複数のビアを形成する工程を更に具備し、前記ビアの第1の組は集積回路基板の2つ以上の接地面に接続されると共に、前記ビアの第2の組は前記集積回路基板の2つ以上のパワー面に接続され、前記ホットスポットの近傍における前記ビアの濃度は、前記ホットスポットの近傍でない領域における前記ビアの濃度より高い。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1A】従来技術に係る集積回路パッケージの構造を示す線図である。

【図1B】従来技術に係る集積回路パッケージの構造を示す線図である。

【図1C】従来技術に係る集積回路パッケージの構造を示す線図である。

【図2】図1A - 図1Cの集積回路における接地及びパワー面に対するデカップリングキャパシタの接続を示す線図である。

【図3A】従来技術に係る回路基板上の集積回路パッケージの実装を示す線図である。

【図3B】従来技術に係る回路基板上の集積回路パッケージの実装を示す線図である。

【図3C】従来技術に係る回路基板上の集積回路パッケージの実装を示す線図である。

【図4A】従来技術に係る集積回路パッケージに対するヒートシンク/スプレッタの結合を示す線図である。

【図4B】従来技術に係る集積回路パッケージに対するヒートシンク/スプレッタの結合を示す線図である。

【図5A】一実施形態に係る、集積回路上のホットスポット、デカップリングキャパシタの構成、及び集積回路パッケージ及び回路基板の他の特徴を示す線図である。

【図5B】一実施形態に係る、集積回路上のホットスポット、デカップリングキャパシタの構成、及び集積回路パッケージ及び回路基板の他の特徴を示す線図である。

【図5C】一実施形態に係る、集積回路上のホットスポット、デカップリングキャパシタの構成、及び集積回路パッケージ及び回路基板の他の特徴を示す線図である。

【図6】図5A - 図5Cに示す集積回路パッケージ及び回路基板の断面図である。

【図7】一実施形態に係る、対応するビアによる接地及びパワー面の相互接続を示す集積回路ダイス及び基板の断面図である。

【図8A】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、

及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図 8 B】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図 8 C】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図 8 D】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図 8 E】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図 8 F】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図 8 G】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

【図 8 H】代替実施形態に係る、ホットスポット位置、デカップリングキャパシタ位置、及び回路基盤孔の可能な変更例を示す線図である。

## フロントページの続き

(74)代理人 100091351

弁理士 河野 哲

(74)代理人 100088683

弁理士 中村 誠

(74)代理人 100108855

弁理士 蔵田 昌俊

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 細美 英一

アメリカ合衆国、 カリフォルニア州、 サンノゼ、 リンコン・サークル 1 0 6 0

(72)発明者 ポール・ハーベイ

アメリカ合衆国、 テキサス州、 オースチン、 バーネット・ロード 1 1 4 0 0

Fターム(参考) 5E336 AA04 AA07 AA12 BC02 CC34 CC53 CC58 EE03 EE15 GG03

GG11

5F136 BA30 EA03 EA35

【外国語明細書】

2006295193000001.pdf