

(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2008-259250

(P2008-259250A)

(43) 公開日 平成20年10月23日(2008.10.23)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H01Q 9/42 (2006.01)	H01Q 9/42	5 J 02 1
H01Q 23/00 (2006.01)	H01Q 23/00	5 J 04 5
H01Q 13/10 (2006.01)	H01Q 13/10	5 J 04 6
H01Q 13/08 (2006.01)	H01Q 13/08	
H01Q 9/26 (2006.01)	H01Q 9/26	

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 58 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-197295 (P2008-197295)
 (22) 出願日 平成20年7月31日 (2008.7.31)
 (62) 分割の表示 特願2004-548700 (P2004-548700)
 の分割
 原出願日 平成14年11月7日 (2002.11.7)

(71) 出願人 505166904
 フラクタス・ソシエダッド・アノニマ
 スペイン国エ-08190 サン・クガッ
 ト・デル・ヴァレス (バルセロナ), パル
 ク・エンプレサリアル・サン・ホアン, エ
 ディフィシオ・テスター・モデュロ・セ, ア
 ヴェニダ・アルカルデ・バルニルス 64
 -68
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰

最終頁に続く

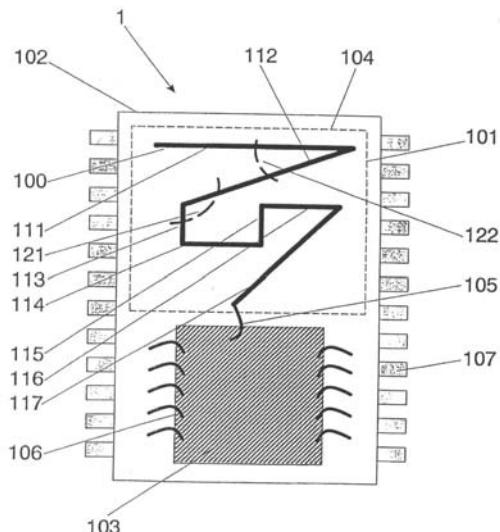
(54) 【発明の名称】微小アンテナを含む集積回路パッケージ

(57) 【要約】

【課題】無線波長において非常に小さいパッケージへの使用を可能にする小型のアンテナを提供する。

【解決手段】少なくとも1つの層を含む基板と、少なくとも1つの半導体ダイと、少なくとも1つの端子と、集積回路パッケージ内ではあるが、少なくとも1つの半導体ダイ上以外に配置されたアンテナとを備えている。導電パターンは、少なくとも5つのセグメントを有する曲線を備えており、セグメントの少なくとも3つは、アンテナの最長自由空間動作波長の1/10よりも短い。5つのセグメントの各々は、曲線内の隣接する各セグメントと1対の角度を形成し、セグメント間の4対の角度の各々の内小さい方の角度は、180°未満であり、少なくとも2つの角度は115°未満であり、少なくとも2つの角度は等しくなく、曲線は矩形エリア内に收まり、このエリアの最も長い縁は、アンテナの最長自由空間動作波長の1/5よりも短い。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

集積回路パッケージであって、

各々が少なくとも 1 つの層を含む少なくとも 1 つの基板と、
少なくとも 1 つの半導体ダイと、
少なくとも 1 つの端子と、

前記集積回路パッケージ内ではあるが、前記半導体ダイのいずれの上にも配置されていないアンテナであって、該アンテナは導電パターンからなり、少なくともその一部が曲線を含み、該曲線が少なくとも 5 つのセグメントからなり、前記少なくとも 5 つのセグメントの各々が、前記曲線内の隣接するセグメントと 180° 以外の角度を形成し、前記セグメントの内少なくとも 3 つは、前記アンテナの最長自由空間動作波長の $1/10$ よりも短い、アンテナと

を備えており、

前記少なくとも 5 つのセグメントの各々と隣接するセグメントにより形成される角度の内、少なくとも 2 つの角度は 115° 未満であり、

前記曲線は、放射アームの一部、又は放射ループの周囲の一部を構成しており、

前記導電パターンは、矩形エリアの内側に收まり、前記矩形エリアの最も長い辺が、前記アンテナの最長自由空間動作波長の $1/5$ 未満であり、

前記矩形エリアの 50 % 以上が、前記アンテナを構成する導電パターンの上又は下にある導電材料と重なっていない

ことを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の集積回路パッケージにおいて、 115° 未満である前記少なくとも 2 つの角度が、前記曲線により 2 分される平面の一方の側及び他方の側に存在することを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の集積回路パッケージにおいて、前記導電パターンは矩形エリアの内側に收まり、前記矩形エリアの最も長い辺は、前記アンテナの最長自由空間動作波長の $1/20$ よりも短いことを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記セグメントの少なくとも 1 つは非直線状であり、

該少なくとも 1 つの非直線セグメントを有する前記曲線上の任意の点と、該非直線セグメントを直線セグメントに置換した場合の該直線セグメントとの間の最短距離が、前記アンテナの最長自由空間動作波長の $1/10$ 未満であることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、約 1.17 よりも大きなボックス計数ディメンジョンを有し、該ボックス計数ディメンジョンは、第 1 及び第 2 の矩形格子によって計算され、これら格子は、前記曲線を包囲する最も小さい矩形エリアの内側に收まり、

前記第 1 格子は、 5×5 個の等しいサイズのセルからなり、

前記第 2 格子は、前記第 1 格子と同一サイズであり、セルの数が 4 倍多く、前記第 2 格子の前記セルは、前記第 1 格子のセルに対して $1/2$ に縮小されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 4 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、 $1.5 \sim 3$ までの間のボックス計数ディメンジョンを有し、該ボックス計数ディメンジョンは、第 1 及び第 2 の矩形格子によって計算され、前記格子は、前記曲線を包囲する最も小さい矩形エリアの内側に收まり、

10

20

30

40

50

前記第1格子は、 5×5 個の等しいサイズのセルからなり、

前記第2格子は、前記第1格子と同じサイズであり、セルの数が4倍多く、前記第2格子の前記セルは、前記第1格子のセルに対して1/2に縮小されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項7】

請求項1～4いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、約2のボックス計数ディメンジョンを有し、該ボックス計数ディメンジョンは、第1及び第2の矩形格子によって計算され、前記格子は、前記曲線を包囲する最も小さい矩形エリアの内側に收まり、

前記第1格子は、 5×5 個の等しいサイズのセルからなり、

前記第2格子は、前記第1格子と同じサイズであり、セルの数が4倍多く、前記第2格子の前記セルは、前記第1格子のセルに対して1/2に縮小されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項8】

請求項1～4いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、1.1～3の間のボックス計数ディメンジョンを有し、該ボックス計数ディメンジョンは、第1及び第2の矩形格子によって計算され、前記格子は、前記曲線を包囲する最も小さい矩形エリアの内側に收まり、

前記第1格子は、 10×10 個の等しいサイズのセルからなり、

前記第2格子は、前記第1格子と同じサイズであり、セルの数が4倍多く、前記第2格子の前記セルは、前記第1格子のセルに対して1/2に縮小されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項9】

請求項5～7いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、前記第1格子の25個の等しいセルの内少なくとも14個と交差することを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項10】

請求項5～7いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、前記第1格子の25個の等しいセルの内少なくとも1個と少なくとも2回交差することを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項11】

請求項1～9いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、空間充填曲線であることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項12】

請求項11記載の集積回路パッケージにおいて、前記空間充填曲線は、ヒルベルト曲線又はペアノ曲線であることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項13】

請求項11記載の集積回路パッケージにおいて、前記空間充填曲線は、SZ、ZZ、ヒルベルトZZ、ペアノインク(Peanoink)、ペアノデック(Peanodec)、及びペアノZZからなる群から選択されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項14】

請求項1～13いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、前記集積回路パッケージ内の单一平面上に形成され、それ自体と交差していないことを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項15】

請求項1～13いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線の前記セグメントの少なくとも2つは、前記集積回路パッケージ内の異なる層上に配されており、前記セグメントは1つ以上のビアによって接続されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項16】

10

20

30

40

50

請求項 1 5 記載の集積回路パッケージにおいて、異なる層上に配された前記 2 つのセグメントは、前記集積回路パッケージ内の両面層の対向する両側に配されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 1 7】

請求項 1 ~ 3 又は 1 5 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、異なる層上に配されている前記 2 つのセグメントは、前記集積回路パッケージ内の 2 つの異なる基板上に配されていることを特徴とする集積回路。

【請求項 1 8】

請求項 1 ~ 1 7 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記導電パターンは、第 1 導電パターンであり、前記パッケージは、2 つの端部を有する少なくとも 1 つの第 2 導電パターンを含み、

前記 2 つの端部の一方は、前記第 1 導電パターン上の点に接続されており、

これら導電パターンは、矩形エリアの内側に共に收まり、前記矩形エリアの最も長い辺は、前記アンテナの最長自由空間動作波長の 1 / 5 よりも短いことを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 1 9】

請求項 1 ~ 1 8 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、モノポール・アンテナの放射アームであり、該放射アームは少なくとも 1 つの給電点を含み、

前記少なくとも 1 つの給電点は、前記少なくとも 1 つの半導体ダイに、直接的に、あるいは受動又は能動 RF ネットワークを介して間接的に接続されており、

前記集積回路パッケージは、該パッケージ及び前記半導体ダイの少なくとも 1 つの RF 接続部を、接地面又は接地埋設地線に接続するための少なくとも 1 つの接地端子を含むことを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 記載の集積回路パッケージにおいて、前記モノポール・アンテナは、折り返しモノポール・アンテナであることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 2 1】

請求項 1 ~ 1 8 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、ダイポール・アンテナの 2 本の放射アームの少なくとも 1 本の少なくとも一部を規定し、前記 2 本の放射アームは、各アーム上に少なくとも 1 つの給電点を含み、前記少なくとも 2 つの給電点が、前記少なくとも 1 つの半導体ダイに、直接的、あるいは受動又は能動 RF ネットワークを通じて間接的に接続されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 記載の集積回路パッケージにおいて、前記ダイポール・アンテナは、折り返しモノポール・アンテナであることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 2 3】

請求項 1 ~ 1 8 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、導電パターン内のスロットであり、前記パターンは、前記半導体パッケージ内の前記基板の少なくとも 1 つの前記層の少なくとも 1 つの少なくも 50 % を覆っていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 記載の集積回路パッケージにおいて、

前記スロットは 2 つの給電点を含み、該給電点は、差動入力 / 出力端子を規定し、

前記 2 つの給電点の各々は、前記スロットの対向する両側に配置され、前記給電点は、2 つの導体によって給電され、該 2 つの導体は、前記スロットを内蔵する基板の層上に形成されたワイヤ・ボンド、又は導電ストリップのいずれかであることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 2 5】

請求項 2 3 又は 2 4 記載の集積回路パッケージにおいて、前記スロットは、導電ストリッ

10

20

30

40

50

プによって給電され、該導電ストリップは前記スロットが位置する層の上又は下にある基板層上に配置され、前記導電ストリップは、少なくとも1点において前記スロットの上を交差していることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項26】

請求項23～25いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記スロットは、前記導電パターンの導電性材料によって完全に包囲されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項27】

請求項23～25いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記スロットは、前記導電パターンの周囲と、該周囲の少なくとも1点において交差することを特徴とする集積回路パッケージ。

10

【請求項28】

請求項23～27いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記導電パターンは、前記集積回路パッケージの少なくとも1つの端子に接続されており、該少なくとも1つの端子は、外部接地面又は接地埋設地線に接続するように構成されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項29】

請求項19記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、逆F型アンテナの放射アームの少なくとも一部であり、

前記少なくとも1つの接地端子は、外部接地面又は接地埋設地線に接続するように構成されており、

20

前記集積回路パッケージは、前記少なくとも1つの半導体ダイを前記外部接地面又は接地埋設地線に接続するように構成されている、第2接地端子を含むことを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項30】

請求項1～18いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記アンテナは、少なくとも2本の放射アームを備えており、前記少なくとも2本の放射アームは、これらの放射アーム間の距離が、前記アンテナの最長自由空間動作波長の1/10よりも短くなる領域において、互いに結合されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

30

【請求項31】

請求項30記載の集積回路パッケージにおいて、前記放射アームは、ダイポール・アンテナの2本の放射アームであることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項32】

請求項30記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、第1及び第2放射アームからなり、前記第1放射アームは少なくとも1つの給電点を含み、該少なくとも1つの給電点は、前記少なくとも1つの半導体ダイに、直接的、あるいは受動又は能動RFネットワークを介して間接的に接続されており、

前記集積回路パッケージは、前記パッケージを接地面又は接地埋設地線に接続するための少なくとも1つの接地端子を含み、

前記少なくとも1つの半導体ダイは、前記集積回路パッケージの第1接地端子に接続されており、

40

前記第2放射アームは、給電点を有さない寄生エレメントであって、前記集積回路パッケージ内の第2接地端子に接続されている接地点を有し、

前記第1及び第2接地端子は、外部接地面又は接地埋設地線に接続するように構成されている

ことを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項33】

請求項1～18いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、閉曲線の少なくとも一部であり、ループ・アンテナ、又はスロット・ループ・アンテナを規定していることを特徴とする集積回路パッケージ。

50

【請求項 3 4】

請求項 1 ~ 1 8 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記導電パターンは、マイクロストリップ、パッチ、又は平面逆 F 字型アンテナの放射面の周囲の少なくとも一部を規定し、

前記曲線は、少なくとも 1 5 のセグメントからなり、該セグメントの内少なくとも 7 つは、前記アンテナの最長自由空間動作波長の 1 / 2 0 よりも短く、

前記導電パターンは、少なくとも 1 つの給電点を含み、該少なくとも 1 つの給電点は、前記少なくとも 1 つの半導体ダイに、直接的、あるいは受動又は能動 R F ネットワークを介して間接的に接続されており、

前記集積回路は、外部接地面又は接地埋設地線の上方に取り付けられ、前記接地面又は接地埋設地線が、前記集積回路パッケージの直下のエリアを完全に覆っていることを特徴とする集積回路パッケージ。 10

【請求項 3 5】

請求項 3 4 記載の集積回路パッケージにおいて、

前記導電パターンは、前記集積回路パッケージ内にある第 1 基板層上に形成されており、

前記集積回路パッケージは、該集積回路パッケージ内にある第 2 基板層上に配された第 2 導電パターンを含み、該第 2 導電パターンが、前記マイクロストリップ、パッチ、又は平面逆 F 字型アンテナの接地面として作用することを特徴とする集積回路パッケージ。 20

【請求項 3 6】

請求項 1 ~ 3 5 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記少なくとも 1 つの半導体ダイと前記集積回路パッケージの前記少なくとも 1 つの端子との間の接続部は、複数の導電ストリップであることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 3 7】

請求項 1 ~ 3 6 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、前記少なくとも 1 つの基板の上面に配されており、

前記少なくとも 1 つの半導体ダイは、前記曲線と同じ基板表面上に実装されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 3 8】

請求項 1 ~ 3 6 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

該集積回路パッケージが、複数の層を有する少なくとも 1 つの基板を含み、

前記曲線は、前記層の内少なくとも 2 つの層の上に配されていることを特徴とする集積回路パッケージ。 30

【請求項 3 9】

請求項 1 ~ 3 6 までのいずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記曲線は、前記基板の前記層の少なくとも 1 つの上に配されており、

前記集積回路パッケージは、少なくとも 1 つの追加の導電パターンを含み、

前記追加の導電パターンは、前記アンテナのインピーダンス及びインピーダンス帯域幅、アンテナの共振周波数、アンテナの放射パターン、ならびにその組み合わせから成る群から選択される特性を調整するよう構成されていることを特徴とする集積回路パッケージ。 40

【請求項 4 0】

請求項 1 ~ 3 6 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

該集積回路パッケージは、少なくとも 2 つの基板を含み、

前記曲線は、前記基板の一つの基板の上面に配されており、

前記少なくとも 1 つの半導体ダイは、前記曲線とは異なる基板表面上に実装されており、前記曲線及び前記少なくとも 1 つの半導体ダイは、平行な表面上に配されていることを特徴とする集積回路パッケージ。 50

【請求項 4 1】

請求項 1 ~ 3 6 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、該集積回路パッケージは、前記少なくとも 1 つの半導体ダイを前記集積回路パッケージの端子と接続するために用いられるワイヤ又はストリップを除いて、前記アンテナ導電パターンの上又は下にメタライゼーションを全く含んでいないことを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 4 2】

請求項 1 ~ 3 6 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、該集積回路パッケージは、前記曲線が位置する前記基板層に平行な基板層上に配された少なくとも 1 つの追加のメタライゼーションを含み、該追加のメタライゼーションを収容するエリアが、前記曲線を包囲する矩形エリアの 50 % 未満を覆っていることを特徴とする集積回路パッケージ。 10

【請求項 4 3】

請求項 2 3 ~ 2 8 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記スロット・アンテナは、前記集積回路パッケージ内の第 1 基板上に位置し、前記少なくとも 1 つの半導体ダイは、前記集積回路パッケージ内の第 2 基板上に位置し、前記第 1 及び第 2 基板は、少なくとも 1 つのビア又はポストによって接続されており、前記スロット・アンテナを収容する最少エリアが、前記集積回路パッケージの全フットプリントの少なくとも 80 % を覆っていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 4 4】

請求項 4 3 記載の集積回路パッケージにおいて、前記少なくとも 1 つの半導体ダイは、フリップ・チップであり、該フリップ・チップは、前記端子の対向面に遮蔽導電層を含み、前記スロット・アンテナは、前記フリップ・チップが前記第 1 及び第 2 基板の間に位置するように、前記フリップ・チップの上方に配置されていることを特徴とする集積回路パッケージ。 20

【請求項 4 5】

請求項 1 ~ 3 6 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

前記少なくとも 1 つの半導体ダイと前記集積回路パッケージの端子との間の接続部は、前記集積回路パッケージ内の基板の第 1 層上に位置し、

前記曲線は、前記接続部と同じ基板上であり、前記接続部が位置する前記基板の第 1 層と平行な前記基板の異なる層上に位置していることを特徴とする集積回路パッケージ。 30

【請求項 4 6】

請求項 1 ~ 4 5 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記第 1 層上の導電ストリップが前記第 2 層上の前記曲線の上又は下を交差する毎に、前記導電ストリップ及び曲線が互いに垂直な方向となっていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 4 7】

請求項 1 ~ 3 6 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

該集積回路パッケージは、当該集積回路パッケージ内の少なくとも 1 つの基板の第 1 层上に、ピン又ははんだボールの二次元アレイを含み、前記曲線は、前記第 1 層の上方に存在する異なる層上に位置し、

前記ピン又ははんだボールの二次元アレイは、前記二次元アレイ内にあるピン又ははんだボールと同じ数のセルを有する矩形格子の内側に收まり、各ピン又ははんだボールは、前記格子が前記ピン又ははんだボールの各々から等距離となるように、前記矩形格子のセルの中心に位置し、

前記曲線の隣接するセグメント間の前記角度が全て 90° であり、前記曲線が前記ピン又ははんだボール間の前記矩形格子に沿った経路に沿って連続していることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 4 8】

請求項 1 ~ 3 6 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、前記集積回路パッケージの基板の少なくとも 1 つの中にある 2 つ以上の層において同様に構成され、

10

20

30

40

50

前記曲線の全ては、当該曲線の給電点において少なくとも1つのビアを通じて接続されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項49】

請求項1～36いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記少なくとも1つの半導体ダイ及び前記曲線は、容量性結合によって接続されており、該結合は、誘電体材料によって分離された2つの導電エレメントによって得られ、該導電エレメントの各々は、それぞれ、前記曲線及び前記少なくとも1つの半導体ダイにオーミック接続されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項50】

請求項1～36いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

10

前記導電パターンは、前記集積回路パッケージ内にある前記基板の少なくとも1つの第1層上に位置する第1導電パターンであり、該第1導電パターンは、前記少なくとも1つの半導体ダイに結合又は接続されており、

前記集積回路パッケージは、前記基板の第2層上に位置する少なくとも第2導電パターンを含み、前記曲線が、前記第1導電パターンに容量的又は誘導的に結合されており、前記第2導電パターンは前記曲線に対して寄生エレメントとして作用することを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項51】

請求項1～50いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、外部アンテナに電磁結合するように構成されており、該外部アンテナは前記曲線に対して寄生アンテナとして作用することを特徴とする集積回路パッケージ。

20

【請求項52】

請求項1～51いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、該集積回路パッケージは、MCM-L、MCM-C、MCM-D、及びMCM-D/Lから成るグループから選択された技法で製作されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

30

【請求項53】

請求項1～51いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、該集積回路パッケージは、シングル・イン・ライン、デュアル・イン・ライン、DIL-SMT、クアッド・フラット・パッケージ、ピン・グリッド・アレイ、ボール・グリッド・アレイ、PBGA、CBGA、T B G A、S B G A、及びB G Aから選択されたものであることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項54】

請求項1～51いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、

該集積回路パッケージは、プラスチックで封入されており、

前記曲線は、前記集積回路パッケージを封入する前記プラスチック上に位置し、

前記曲線は、前記集積回路パッケージ内に位置する第2曲線又は前記少なくとも1つの半導体ダイに容量的に結合されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項55】

請求項54記載の集積回路パッケージにおいて、前記曲線は、ツー・ショット注入プロセス、同時注入プロセス、インサート・モールド・プロセス、及びMIDプロセスから選択した技法によって、前記集積回路パッケージを封入する前記プラスチック上に形成していることを特徴とする集積回路パッケージ。

40

【請求項56】

請求項1～55いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、該集積回路パッケージは、10mm×10mmよりも小さく、前記アンテナは、0.5～5.5GHzの間の周波数で共振するよう構成していることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項57】

請求項1～55いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、該集積回路パッケージは、100平方ミリメートルよりも小さく、前記アンテナは、0.5～5.5GHzの間の

50

周波数で共振するよう構成されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 5 8】

請求項 1 ~ 5 5 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、該集積回路パッケージは、16 平方ミリメートルよりも小さく、前記アンテナは 2 . 4 G H z の周波数で共振するよう構成されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【請求項 5 9】

請求項 1 ~ 5 5 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、前記アンテナは、Bluetooth (商標) 、 IEEE802.11a 、 IEEE802.11b 、 Hyperlan 、 Hyperlan2 、 UMTS 、 GSM900 、 DCS 、 GSMS1800 、 PCS1900 、 CDMA-800 、 PDC-800 、 PDC-1500 、 KPCS 、 AMPS 、 WCDMA 、 DECT 、 UWB 及び GPS から成る群から選択されたシステム用のアンテナであることを特徴とする集積回路パッケージ。 10

【請求項 6 0】

請求項 1 ~ 5 9 いずれかに記載の集積回路パッケージにおいて、該集積回路パッケージは、温度、圧力、張力、牽引力、加速度、振動、距離、速度、回転、光強度、電磁場強度、材料内部における化学成分の化学的濃度、電磁又は音響ドプラ・シフトあるいは運動から成る群から選択したパラメータを測定するセンサを内蔵するか、又は、該センサ内に一体化されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般に、新たな一群の微小アンテナを内部に含む新規の集積回路パッケージに関する。本発明によって、完全にワイヤレスなシステムの単一コンポーネントへの統合が可能となる。 20

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体業界には、いわゆるシステム・オン・チップ (S o C) やシステム・オン・パッケージ (S o P) というコンセプトに向かう傾向がある。これが意味するのは、できるだけ多くの電子回路システムのコンポーネント (プロセッサ、メモリ、論理ゲート、バイアス回路等) を單一の半導体チップ (即ち、「ダイ」) (S o C) に、又は少なくとも單一の集積回路パッケージ (S o P) に集積するということである。システム又はサブシステムを單一のチップ又はパッケージ内に完全に集積することによって、コスト、サイズ、重量、消費電力、性能、及び製品の設計上の複雑さに関して多くの利点が得られる。ハンドセット、ワイヤレス・デバイス、パーソナル・ディジタル・アシスタント (PDA) 、又はパーソナル・コンピュータのような消費者用途のための電子コンポーネントには、増え S o P / S o C 製品に集積されつつあるものも多くなっている。 30

【0 0 0 3】

完全なワイヤレス・システムを S o C / S o P デバイス (F W S o C 及び F W S o P) 内に集積するという概念は、特に、セルラ・システム及びワイヤレス・システムのすさまじい成長及び成功のために、特別魅力的である。即ち、Bluetooth (商標) 、 Hyperlan 、 IEEE802.11 、及び超広域 (UWB) システムというような、新たな世代の短距離 / 中間距離ワイヤレス用途があり、單一の小型製品へのシステム集積の促進が、成功の重要な要因となっている (例えば、S.Harris 及び H.Johnson, "Handset industry debate Bluetooth chip options" , WirlessEurop, May 2002 を参照のこと) 。最近では、いくつかの販売業者 (例えば、www.infineon.com 、 www.st.com 、 www.epso.com 、 www.csr.com) がアンテナを除く全てをチップ又はパッケージに集積する用途のために、S o C 又は S o P 製品を提供している。アンテナが除外される理由は、主に市販の S o P 及び S o C パッケージのサイズが小さいこと、及び微小アンテナの性能に関する限界が周知であることのために、S o C 又は S o P への集積は、製品開発における重要な設計上の課題となっているからである。 40

【0 0 0 4】

10

20

30

40

50

アンテナを半導体ダイ又はチップ内部に集積する試みがいくつか報告されており、このダイ又はチップは、電子システム又は無線周波数（F R）フロント・エンドも含む（例えば、D. Singh, C.Kaliakis, P.Gardner, P.S. Hall, Small H-Shaped Antenna for MMIC Applications, IEEE Trans. on Antennas and Propagation, vol. 48, no.7, July 2000; D.W. Griffin, A.J. Partfitt, Electromagnetic Design Aspects of Packages for Monolithic Microwave Integrated Circuit-Based Arrays with Integrated Antenna Elements, IEEE Trans. on Antennas and Propagation, vol. 43, no. 9 Sept. 1995; Hall, System Applications: The Challenge for Active Integrated Antennas, APS2000 Millennium Conference, April 2002; I. Papapolymerou, R.F. Drayton, L.P.B. Katehi, Micromachined Patch Antennas, IEEE Trans. on Antennas and Propagation, vol. 46, no.2 Feb.. 1998; J. Zhao, S. Raman, Desin of Chip-Scale" Patch Antennas for 5-6GHz Wireless Microsystem, Antennas and Propagation Society, 2001 IEEE International Sym, Volume:2, 2001; 及び米国特許第6,373,447号を参照のこと）。これらの設計は、2つの重大な制約に特徴がある。第1に、動作周波数を十分高くして、従来のアンテナがチップ内部に収まるようにしなければならない。第2に、主に半導体材料内における損失のために、利得に関してアンテナの性能が低い。D. Singh, et al.によれば、電子システムと共にその中に集積したアンテナの最も低い周波数は5.98GHzであった。このような設計で得られた典型的な利得は、約-10dBiである。

【0005】

一般に、アンテナの性能と微小化との間にはトレードオフがある。小型アンテナの基本的な限界は、1940年代中盤に、H. Wheeler及びL.J. Chuによって理論的に確立された。彼らは、小型アンテナは、放射される電力に比較して、アンテナ近傍に蓄積される大きな無効エネルギーのために、高い品質因子（Q）を有すると述べた。このような高い品質因子のために、帯域幅が狭くなり、実際、このような理論において導かれる基礎的条件によれば、特定のサイズの小型アンテナで最大の帯域幅が得られなければならない。この現象に関連して、小型アンテナは大きな入力リアクタンス（容量性又は誘導性のいずれか）をその特性とし、通常、外部の整合／負荷回路又は構造によって補償しなければならないことも周知である。これは、共振の波長に対して小さい空間に共振アンテナを詰め込むのは難しいことも意味する。小型アンテナの他の特性には、その小さな放射抵抗、及びその低い効率がある（R.C. Hansen, Fundamental Limitations on Antennas, Proc. IEEE, vol. 69, no. 2, February 1981を参照のこと）。

【0006】

アンテナ微小化技術の中には、基本的にアンテナの幾何学的形状を基本として、大幅な共振周波数の低下を達成しつつ、効率的な放射を維持しているものがある。例えば、特許WO/0154225は、この目的に適した1組の空間充填アンテナ幾何学的形状（SFC: space-filling antenna geometries）を開示している。このようなSFC幾何学的形状の他の利点は、場合によっては、これらは多重帯域応答を特徴とすることである。

次元（D）は、入り組んだ曲線の複雑性を数学的に記述するために一般に用いられるパラメータである。次元には多くの異なる数学的定義が存在するが、本文書では、ある実施形態を特徴付けるためにボックス計数ディメンジョン(box-counting dimension)（高等数学理論に精通する者には周知である）を用いる（例えば、W.E. Caselli and J.A. Yorke, Invisible errors in dimension calculations: geometric and systematic effects, Dimensions and Entropies in Chaotic Systems, G. Mayer-Kress edt., Springer-Verlag, Berlin 1989, second edition pp. 123-136, 及びK.Judd, A.I. Mees, Estimating dimensions with confidence, International Journal of Bifurcation and Chaos 1.2 (1991) 467-470における次元の数学的概念に関する議論を参照のこと）。

【0007】

尚、本発明は、チップ・アンテナと呼ばれるある従来技術の設計とは実質的に異なることは、明白なはずである（例えば、H. Tanidokoro, N. Konishi, E. Hirose, Y. Shinohara, H. Arai, N. Goto, 1-Wavelength Loop Type Dielectric Chip Antennas, Antennas

10

20

30

40

50

and Propagation Society International Symposium, 1998, IEEE, vol. 4, 1998; Electromagnetically coupled dielectric chip antenna, Matsushima, H.; Hirose, E.; Shinohara, Y.; Arai, H.; Goto, N. Antennas and Propagation Society International Symposium, IEEE, Vol. 4, 1998を参照のこと)。これらは、通例、単一コンポーネントのアンテナ製品であり、アンテナだけを表面実装デバイスの内側に集積したに過ぎない。必要な波長圧縮を達成するには、これらのアンテナを、主に、セラミクスのような高誘電率材料を用いて作成する。このような高誘電率材料を用いることの欠点は、アンテナの帯域幅が非常に狭くなること、材料が著しい損失を招くこと、及び製造手順及び材料が殆どの現行のチップ及びパッケージ製造技術と適合性がないことである。したがって、これらは現在アンテナ以外に他のコンポーネントや電子回路を含んでおらず、これらはF W S o CやF W S o Pには適していない。一方、本発明は、特定的な新規な設計のアンテナの幾何学的形状、及びそれが現在集積回路パッケージの製作に用いられている材料と共に使用可能であることを基本としているので、システムの残り部分との円滑な統合を可能にしつつ、コストを最小限に抑えることができる。

【0008】

最近、パッケージ上にアンテナも含む、あるR F S o P構成が開示された。同様に、これらの設計の殆どは、高周波数(したがって、短波長)に適し、利得低下を特徴とする、従来のマイクロストリップ、短縮パッチ、又はP I F Aアンテナを基本としている。K. Lim, S. Pinel, M. Davis, A. Sutono, C. Lee, D. Heo, A. Obatoynbo, J. Laskar, E. Tantzeris, R. Tummalaの論文RF-System-On-Package(SOP)forWirelessCommunications, IEEE Microwave Magazine, vol. 3 no.1, March 2002には、アンテナを集積したR Fフロント・エンドを含むS o Pが記載されている。アンテナは、短絡ピン(shorting pin)で作られ5.8GHzで動作するキャビティ(cavity)を付帯させたマイクロストリップ・パッチからなる。この論文において述べられているように、1~6GHzの周波数範囲は、現行の殆どのワイヤレス及びセルラ・サービスに割り当てられているが、このような長い波長における従来のアンテナのサイズが主な理由で、前述の設計を拡大することは困難である。パッケージ上のアンテナのための別の設計が、Y.P. Zhang, W.B. Li, Integration of a Planar Inverted F Antenna on a Cavity-Down Ceramic Ball Grid Array Package, IEEE Symp. on Antennas and Propagation, June 2002に開示されている。このアンテナはBluetooth(商標)の帯域(2.4GHz)で動作するが、I Cパッケージは非常に大きく(15×15mm)、アンテナの性能は貧弱である(利得は-9dB未満)。

【0009】

ヨーロッパ特許出願E P 1 1 2 6 5 2 2は、G B Aパッケージ上に実装する特殊な二重S字状アンテナ設計について記載している。この出願にはパッケージ・サイズに関して正確なデータは与えられていないが、通例、S字状スロット・アンテナが共振する波長は、S字状パターンを延ばした時の長さの約2倍となる。やはり、このため、波長が120mmよりも長い典型的なワイヤレス用途には、パッケージ全体が大きくなり過ぎる。また、この設計は、高誘電率材料との組み合わせも必要とするため、アンテナの帯域幅が縮小し、コストが増大し、アンテナ全体の効率が低下する。

【0010】

パッケージの構造及びアーキテクチャについて、主に用途に応じて数種類の標準的な構成がある。基本的なアーキテクチャの中には、シングル・イン・ライン(S I L)、デュアル・イン・ライン(D I L)、デュアル・イン・ラインと表面実装技術D I L-S M T、クアッド・フラット・パッケージ(Q F P:quad flat package)、ピン・グリッド・アレイ(G P A)及びボール・グリッド・アレイ(B G A)、ならびに小輪郭パッケージがある。他の派生品には、例えば、プラスチック・ボール・グリッド・アレイ(P G B A)、セラミック・ボール・グリッド・アレイ(C B G A)、テープ・ボール・グリッド・アレイ(T B G A)、スーパー・ボール・グリッド・アレイ(S B G A)、マイクロ・ボール・グリッド・アレイB G A(R)がある。これらの構成の一部は、そのC S P(チップ

・スケール・パッケージ)バージョンの中にあり、半導体チップ又はダイは、通例、パッケージ面積の85%までを占める。これらのパッケージの半導体チップ又はダイとの相互接続は、いくつかの標準的なプロセス及び技術でも行うことができ、主に、ワイヤ・ボンディング、テープ自動接合、及びフリップ・チップがあげられる。数種類の標準的なパッケージング・アーキテクチャの説明が、例えば、www.amkor.comのような、数社のパッケージ製造会社のウェブサイトにおいて見つけることができる(L. Halbo, P. Ohickers, Electronic Components, Packaging and Production, ISBN:82-992193-2-9も参照のこと)。

【0011】

最近の数年において、主にマルチチップ・モジュール(MCM)用途の開発によって、パッケージング技術においていくつかの改良が現れた(例えば、N. Sherwani, Q. Yu, S. Badida, Introduction to Multi Chip Modules, John Wiley & Sons, 1995を参照のこと)。これらは、通例、数個のチップ(即ち、数個の半導体ダイ)及び個別の微小コンポーネント(バイアス・コンデンサ、抵抗器、インダクタ)を内蔵する集積回路パッケージから成る。材料及び製造技術に応じて、MCMパッケージは、3つの主なカテゴリ、積層(MCM-L)、セラミック(MCM-C)、及び堆積(MCM-D)に分類されている。これらの組み合わせも、MCM-L/Dのように、いくつか可能であり、Matsushita ALI VHのようなその他の派生物も可能である。これらのMCMパッケージング技法は、広範囲の基板材料(例えば、E-ガラス/エポキシ、E-ガラス/ポリイミド、織物ケブラー/エポキシ、s-ガラス/シアナート・エステル、クオーツ/ポリイミド、thermount/HiTakエポキシ、thermount/polyimide、thermount/シアナート・エステル、PTFE、RT-Duro id 5880、Rogers R03000及びR04000、ポリオレフィン、アルミナ、サファイア、クオーツ・ガラス、コーニング・ガラス、酸化ベリリウム、ならびに真性GaaS及びシリコン)、及び製造プロセス(厚膜、薄膜、シリコン薄膜、ポリマ薄膜、LTCC、HTCC)をカバーする。

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、一般に、パッケージ内に新たな一群の微小アンテナを含む、新規な集積回路パッケージに関する。また、本発明は、パッケージの材料及びコンポーネントを、アンテナを含むように配置する数種類の新規な方法にも関する。本発明の特徴的な態様は、

- ・典型的なワイヤレス波長において非常に小さいパッケージ(例えば、CSPパッケージ等)の使用を可能にする小型のアンテナ、
- ・このような微小化を可能にするアンテナの幾何学的形状、
- ・パッケージ内におけるアンテナの配置、及び
- ・アンテナの設計の、事実上あらゆる技術的現状のパッケージング・アーキテクチャとの適合性

である。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の集積回路パッケージは、概略的に、当該パッケージ内に一体化された導電パターンの形態のアンテナを備えている。本発明の特徴的態様の1つは、導電パターンの幾何学的形状にある。導電パターンは、少なくとも5つの区間即ちセグメントを有する曲線を備えており、区間即ちセグメントの内少なくとも3つは、アンテナの最長自由空間動作波長の1/10よりも短く、5つの区間即ちセグメントの各々は、隣接する各セグメント即ち区間と1対の角度を形成する。区間即ちセグメント間の4対の角の各々の内、小さい方の角度は180°未満であり(即ち、より長い直線セグメントを規定する区間即ちセグメントの対はない)、これらの角度の内少なくとも2つは115°未満であり、これらの角度の内少なくとも2つは等しくない。更に、曲線は矩形エリア内に収まり、このエリアの最も長い縁は、アンテナの最長自由空間動作波長の1/5よりも短い。実施形態の中には

、角度の内 2 つが曲線の対向側において時計回り方向及び反時計回り方向にそれぞれ規定され、誘導性の巻線効果(inductive coiling effect)を最少に抑えるように、曲線を配置するものもある。

【 0 0 1 4 】

実施形態によっては、アンテナの幾何学的形状が本発明によるパッケージ内に配置される限りにおいて、SFC幾何学的形状を用いて、パッケージ内に含まれるアンテナの一部を形作ることができる。WO / 0 1 5 4 2 2 5 に記載されているような SFC 幾何学的形状は大幅な微小化を可能にするが、効率及び入力インピーダンスに関して多少の欠点があり、本発明において開示されるような特殊なパッケージ及びアンテナの幾何学的配置を用いることによって、補正する必要がある。多くの場合、WO / 0 1 5 4 2 2 5 に記載されている SFC アンテナの幾何学的形状は、セグメント数が多すぎるために、それ自体、アンテナの微小化と性能との間の最適なトレードオフを満たさない。何故なら、セグメントのサイズについての要件が厳しすぎるからであり(アンテナの幾何学的形状を 10 個のセグメントに分割すると、アンテナの効率が低下する場合もある)、更にセグメント間の角度は、パッケージ内に収まり動作するためには、本発明にしたがって配置する必要がある(少なくとも 2 つの角度は 115° 未満であるが、これらの全てが常に 115° 未満である必要はない)からである。

10

【 0 0 1 5 】

パッケージのサイズが重大であり微小化要求度が非常に高い場合、アンテナの特性曲線は、ボックス計数ディメンジョンが 1.17 よりも大きいことが特徴となる。更に微小化の度合いを高めるためには、曲線のボックス計数ディメンジョンが 1.5 ~ 3 の範囲となるように、曲線を構成する。実施形態によっては、容量が約 2 よりも大きい曲線が好ましい場合もある。

20

【 0 0 1 6 】

本発明は、平衡及び非平衡型の様々なアンテナ・トポロジに応用することができる。即ち、モノポール、ダイポール、ループ、折り返し、負荷モノポール(laoded monopole)及びダイポール、ならびにそれらのスロット又はアーチャ同等物(スロット・モノポール、スロット・ダイポール、スロット・ループ、折り返し及び負荷スロット・モノポールならびにダイポール)は、本発明にしたがって構成することができる構造の一部である。他の構造には、短縮及び折曲モノポール(L モノポール、I F A)、マルチプランチ構造、結合モノポール及びダイポール・アンテナが含まれ、そして、この場合も、これらのアーチャ同等物が含まれる。これらの全ては、本発明による集積回路パッケージのコンポーネント上に構築される特徴的パターンを含む。

30

【 0 0 1 7 】

別の可能なアンテナ構成に、マイクロストリップ又はパッチ・アンテナがあり、これらの短縮型(短縮パッチ及び平面逆 F 字型即ち P I F A 構造)を含む。しかしながら、平面の場合、微小化要求度を達成するためには、開示される幾何学的形状の特定的な選択を考慮するとよい。即ち、本発明の特徴パターンは、15 のセグメントを有する少なくとも 1 つの曲線を含み、これらのセグメントの内少なくとも 7 つは、アンテナの最長自由空間動作波長の 1 / 20 よりも短い。前述のような、本発明の本質的な幾何学的面に準拠する一般的な条件の残りは、マイクロストリップ・パッチ及びそれらの短縮型にも応用することができる。

40

【 0 0 1 8 】

本発明は、現在の集積及び集積回路パッケージ製造技法及びアーキテクチャの任意のものと適合性がある。例えば、チップをパッケージに相互接続する際、ワイヤ・ボンディングの代わりに、テープ・ボンディング又はフリップ・チップ技法を用いることもできる。また、広範囲の低損失誘電体材料及び、MCM - L、MCM - C 及び MCM - D 又は D / L 技法(例えば、H T C C、L C T T、積層、薄膜及び厚膜プロセス)に用いられる典型的な技法のような、単層又は多層製造技法を、新たに開示されるアンテナの幾何学的形状やパッケージ構成と組み合わせて、本発明を実施することができる。同様に、本発明は、

50

単一パッケージ内に 2 つ以上の半導体チップを含む M C M 電子アーキテクチャとも適合性がある。M C M パッケージング・アーキテクチャは、S o P 解決策の開発のための典型であり、例えば、他の R F 受動又は能動コンポーネントを、半導体ダイスから離れてパッケージに実装することができる。これが意味するのは、本発明の実施形態の中には、図 1 の例におけるように、アンテナが直接半導体ダイには接続されていないが、R F フロント・エンド（例えば、フィルタ、バイアス、ミキシング、及び增幅段を含む）あるいはパッケージ上に実装されたその他の受動エレメント（伝送線、バルン、整合ネットワーク等）を介して接続する場合もあるということである。

【 0 0 1 9 】

以上の説明は、アンテナの微小化及び集積回路パッケージ上でのその効率的な集積に寄与する本発明の主要な面に関係する。尚、どのような折り返し構造によても所望のアンテナ微小化度合いが得られる訳ではないことを注記しておく。長いワイヤ又は導体をいずれかの配置で詰め込んでも、セグメント及び屈曲間の結合や得られる空間の非効率的な使用のために、アンテナの効率的動作が常に得られる訳ではない。本発明は、集積回路パッケージ内へのアンテナの所望の集積度を達成するために、必要な小型化の度合いを提示する。

10

【 0 0 2 0 】

勿論、用途に応じて（例えば、セルラ G S M、D C S 又は P C S、Bluetooth（商標）、WLAN、IEEE802.11a、IEEE802.11b、Hyperlan、Hyperlan2、UMTS、AMPS、WCDMA、DECT、UWB、CDMA-800、PDC-800、PDC-1500、KPCS、ワイヤレス・チップ相互接続、G P S 等）、帯域幅、インピーダンス、効率、サイズ、及びパッケージング密度に関して、アンテナに対する要求は異なる。用途毎に、これらのパラメータのいつかについてトレードオフがあり、本発明の本質及び技術的思想にしたがってこれらのトレードオフを常に満たすことができる。

20

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 1 】

本発明は、少なくとも 1 つの基板を備えた集積回路パッケージであって、各々少なくとも 1 つの層を含む基板と、少なくとも 1 つの半導体ダイと、少なくとも 1 つの端子と、集積回路パッケージ内に位置するが少なくとも 1 つの半導体ダイ上には位置しないアンテナとを備えている集積回路パッケージに関する。アンテナは、導電パターンからなり、少なくとも一部は曲線を含み、この曲線は少なくとも 5 つのセグメントからなり、少なくとも 5 つのセグメントの各々は、曲線内の各隣接セグメントとある角度を形成し、セグメントの内少なくとも 3 つは、アンテナの最長自由空間動作波長の 1 / 1 0 よりも短い。隣接するセグメント間の各角度は、1 8 0 ° 未満であり、隣接するセクション間の角度の内少なくとも 2 つは 1 1 5 ° 未満であり、これらの角度の内少なくとも 2 つは等しくない。曲線は、矩形エリアの内側に收まり、矩形エリアの最も長い辺は、アンテナの最長自由空間動作波長の 1 / 5 よりも短い。

30

【 0 0 2 2 】

本発明のパッケージ構成の利点の 1 つは、アンテナを含むパッケージの高密度化を可能とすることである。例えば、図 1 9 及び図 2 1 に示すような実施形態では、アンテナを矩形エリア内に収容することができる。矩形エリアの最も長い縁は、アンテナの最長自由空間動作波長の 1 / 2 0 よりも短い。図 2 1 に示すような場合では、レイアウト、アンテナ、及びチップ配置に関するパッケージの構成によって、パッケージ全体を自由空間動作波長の 1 / 2 0 よりも短くすることができる。

40

【 0 0 2 3 】

本発明の一態様は、アンテナの少なくとも一部を形成する曲線のボックス計数ディメンジョン(box-counting dimension)である。表面上に位置する所与の幾何学的形状について、ボックス計数ディメンジョンを以下のようにして計算する。最初に、サイズ L 1 のボックスから成る格子をこの幾何学的形状全体に配して、完全に幾何学的形状をカバーするようにし、格子幾何学的形状の少なくとも 1 点を含むボックスの数 N 2 を計数する。次いで

50

、以下のようにしてボックス計数ディメンジョン D を計算する。

D

$$= (\log(N_2) - \log(N_1)) / (\log(L_2) - \log(L_1))$$

本発明に関して、ボックス計数ディメンジョンを計算するには、アンテナの曲線を包囲する最少矩形エリアの内側に第 1 及び第 2 格子を配置し、前述のアルゴリズムを適用する。

【0024】

第 1 格子は、矩形エリアを少なくとも 5×5 ボックス、即ち、セルのアレイに分割する (mesh) ように選択するとよく、第 2 格子は、 $L_2 = 1 / 2 L$ となるように、そして第 2 格子が少なくとも 10×10 個のボックスを含むように選択する。最少矩形エリアによって、このようなエリアでは、曲線のいずれの断片をも含まない格子の周囲上には行全体も列全体もないことがわかる。したがって、本発明の実施形態の一部は、ボックス計数ディメンジョンが 1.17 よりも大きいことを特徴とし、微小化の要求度合いがこれよりも高い用途では、設計は、ボックス計数ディメンジョンが 1.5 ~ 3 の範囲を取ることを特徴とする。実施形態の中には、約 2 のボックス計数ディメンジョンを有する曲線が好ましい場合もある。例えば、アンテナの最長自由空間動作波長の $1 / 20$ に等しい最大サイズの矩形内に収まる極めて小さいアンテナでは、ボックス計数ディメンジョンは、必然的に、更に細かい格子を用いて計算する。これらの場合、第 1 格子は、 10×10 個の等しいセルのメッシュをなし、第 2 格子は 20×10 個の等しいセルのメッシュをなし、D を前述の式にしたがって計算する。平面設計、即ち、パッケージの基板上にある単一層内にアンテナを配した設計を有する小型パッケージの場合、アンテナ幾何学的形状内に含まれる曲線の寸法は、D = 2 に近い値を有することが好ましい。

10

20

30

40

50

【0025】

一般に、アンテナの所与の共振周波数に対して、ボックス計数ディメンジョンが大きい程、アンテナによって達成される微小化の度合いは高くなる。本発明によるアンテナの微小化能力を高める 1 つの方法は、曲線が、該曲線を包囲する 5×5 のボックス、即ち、セルを有する第 1 格子の少なくとも 14 個のボックスの少なくとも 1 つの点と交差するように、アンテナ・パターンの曲線の数個のセグメントを配置することである。また、高度な微小化が要求される他の実施形態では、曲線は、 5×5 格子内において、少なくとも 1 つのボックスに 2 回交差する。即ち、曲線は、格子のセル、即ち、ボックスの少なくとも 1 つの内側に 2 つの非隣接点を含む。

【0026】

本発明によってどのようにしてボックス計数ディメンジョンを計算するかの一例を、図 23 に示す。本発明による曲線 2300 の一例を、 5×5 格子 2301 及び 10×10 格子 2302 の下に置く。図に示すように、曲線 2300 は、格子 2301 において $N_1 = 25$ 個のボックスに接触し、一方格子 2302 では $N_2 = 78$ 個のボックスに接触する。この場合、格子 2301 内のボックスのサイズは、2302 内のボックスのサイズの 2 倍である。前述の式を適用することによって、曲線 2302 のボックス計数ディメンジョンは、本発明によれば、D = 1.6415 に等しいことがわかる。また、この例は、本発明に該当するいくつかの好適な実施形態の他の幾つかの特徴的態様も満足する。曲線 2300 は、格子 2301 においては、25 個のボックス中の 14 個よりも多いボックスと交差し、また曲線は少なくとも 1 つのボックスに 2 回交差する。即ち、少なくとも 1 つのボックスが、曲線の 2 つの非隣接セグメントを含むことになる。実際、2300 は、このような二重交差が 2301 において 25 個中の 13 個のボックスにおいて生ずる。

【0027】

アンテナをパッケージ基板の単一層上に組み付けるパッケージ構成は、コストに関して非常に都合がよい。何故なら、このような層の上でアンテナ・パターンの処理を可能にするためには、単一のマスクを使用すればよいからである。実施形態の中には（例えば、図 1、図 2、図 4、図 5、図 18、図 19、図 20 及び図 21 に示すような）、アンテナは単一層内に配置され、曲線の一先端において給電され、曲線を跨ぐ導体を不要としている

。必要ではないが、パッケージ基板の同一基板上にアンテナ及びチップを実装する本発明の実施形態によって、一層の簡素化及びコスト削減が達成される。

【0028】

尚、本発明によれば、アンテナ構造は平面構造に限定されるものではない。これは、パッケージは、該パッケージの多数の層又はコンポーネント中にアンテナのいくつかの部分即ちパーツを含むことができるからである。層同士は、任意に、いくつかのビア及びビアホールによって相互接続することができる。いくつかの実施形態における好適な構成は、複数のパッケージ基板の少なくとも1つの中にある2つ以上の層上に同様のアンテナ・パターンを繰り返し形成し、このようなアンテナのための同様の導電パターンを1点以上で相互接続する。一般に、このような同様の層を相互接続するのに好ましい点は、給電点(feeding point)である。こうすると、電流が各層上で対称的に分割するので、アンテナ全体のオーミック抵抗は低下し、アンテナが一層効率的となる。このような構成の単純な低成本・バージョンは、単一の基板を含むパッケージを備えており、該基板は、両面に導電アンテナ・パターンを含み、該パターンは少なくとも1つのビアによって接続されている。10

【0029】

別の実施形態では、アンテナ構造のための2つ以上の導電パターンが、パッケージ基板の2つ以上の層上に配置されているが、これらのパターンは異なっている。パターンの少なくとも1つは、少なくとも5つのセグメントを有する本発明の曲線を含み、一方、他の1又は複数の層における1又は複数の導電パターンは、アンテナのインピーダンス及びインピーダンス帯域幅、アンテナの共振周波数、放射パターン、又はこれらのアンテナ・パラメータの組み合わせを同時に修正するために用いられる。20

【0030】

アンテナ構造が数層の並列な層上に分割されている他の実施形態では、能動寄生(active-parasitic)構成を含んでいる。即ち、パッケージは、パッケージの1つ以上の基板内に複数の誘電体層を含み、パッケージは、これらの層の第1層内に、アンテナのための少なくとも第1導電パターンを含み、第1層上の第1導電パターンは、半導体ダイに結合又は接続されている。このようなダイに接続されている第1導電パターンは、アンテナ構成の能動エレメントである。この構成では、パッケージは、基板のいずれかの少なくとも第2層上に、少なくとも第2導電パターンを含み、第2導電パターンは、アンテナの第1導電パターンに容量的又は誘導的に結合されており、第2導電パターンは、アンテナに対して寄生エレメントとして作用する。一例として、図1～図6、図11～図15、及び図17～図22に示すパッケージの実施形態におけるアンテナは、このような能動寄生アンテナ構成では、能動アンテナとなることができ、この場合、同一又は他の基板上の平行層上の少なくとも追加のアンテナ・パターンは、アンテナ構造の1つ又は複数の寄生エレメントとして作用する。このような寄生エレメントの効果は、主に、帯域幅の拡大及びアンテナの効率向上であり、これと共に、アンテナに接続される出力増幅器の出力に整合するように入力インピーダンスを微調整できることである。30

【0031】

能動寄生構成は、本発明におけるパッケージの任意の実施形態を、誘導性又は容量性結合あるいは双方の組み合わせによって、外部アンテナに結合することにより実現することができる。このように、パッケージ内部のアンテナ・セットは、能動アンテナとなり、外部アンテナは、パッケージ内部の能動アンテナに対して寄生アンテナとなる。40

パッケージ内部のアンテナ・パターンに対して非平面多層即ち立体構造の場合、ボックス計数(box counting)アルゴリズムは、三次元格子によって、矩形の代わりに、平行六面体及び $5 \times 5 \times 5$ セル及び $10 \times 10 \times 10$ 又は $20 \times 20 \times 20$ セルを有するメッシュを用いて計算することができる。これらの場合、このような曲線は、2よりも大きい次元、そして場合によっては3までの次元を取ることができる。

【0032】

図1は、本発明による一実施形態を示す。パッケージのレイアウトは、ダイ103が基

10

20

30

40

50

板 102 の中心に対して変位し、アンテナ 100 をエリア 101 内に配置するように構成されている。本発明によれば、矩形エリア 101 の辺の最大長は、アンテナの最長動作波長を 5 で除算した値である。この実施形態は、単一の放射アーム 100 を有するモノポール・アンテナを含む。アームは、5つ以上のセグメント（この例では、7つのセグメント 111～117）によって形成されており、121 及び 122 のような少なくとも 2 つの角度は、115° よりも小さい。必須ではないが、180° 未満の角度の内少なくとも 2 つは、曲線の対向する側において、時計回り及び反時計回り方向に規定する（121 に対しては右側、122 に対しては左側）ことが好ましい。アンテナ曲線 100 は、接続部 105 を介して、半導体ダイ上のパッドに接続されており、このような接続部はワイヤ・ボンドを含むが、これに限定される訳ではない。他のワイヤ・ボンド又は同様の接続部も、ピン 107 によってダイを外部回路に接続するために用いることができる。当技術分野では周知であるが、モノポール・アンテナは非平衡、非対称構造であるので、ダイ 103 の 2 つの R F 端子の内一方を、端子 107 の少なくとも 1 つによって、外部接地面に接続する必要がある。また、この実施形態では、エリア 101 は、アンテナ・パターン 100 の下又は上にも、エリア 101 の上又は下の面の少なくとも 50% には、導体材料が全くあってはならない。同様の実施形態では、アンテナ・パターンの下又は上に配される金属のみが導体（例えば、ワイヤ・ボンド又は金属ストリップ）であり、ダイ及びパッケージ端子を相互接続する。この接続は、F W S o C モジュールの上位に位置するプリント回路ボード又は P C B には好ましい。

10

20

【0033】

図 1 に示すモノポールを含む構成と同様の実施形態として、代わりに折り返しモノポール（folded monopole）を含むこともできる。パッケージ内部にアンテナを折り返しモノポールとして配するためには、モノポールの自由端を、導体によって、パッケージの接地端子に接続する。

30

【0034】

図 2 は、パッケージ 2 が本発明によるダイポール・アンテナ 200 を含む、本発明の別の実施形態を示す。このようなダイポール・アンテナは、2 本の放射アーム 201 及び 202 を有し、異なる入力 / 出力端子 105 によって給電される。入力 / 出力端子 105 は、例えば、2 つのワイヤ・ボンドのような、2 つの近接導体（close conductor）によって設けられる。他の適した給電手段には、アンテナと同じ層上に配された 2 つの導電ストリップ、直接又はピア・ホールを介して到達する 2 つのストリップ、フリップ・チップのはんだボール、又はテープ自動接合（T A B）によって接続されるフリップ・チップのパッド接続領域を含むことができる。基板 102 は、単一層又は多層のいずれでも可能であるが、いずれの場合でも、アンテナを配する層の上又は下の層のいずれかにおいても、アンテナを密閉するエリア 101 の少なくとも 50% に、導電材のないクリアランスを残す。

40

【0035】

図 3 は、パッケージ 3 内にスロット又はアパー・チャ・アンテナを含む、本発明の実施形態を示す。スロットは、パッケージ基板の層の少なくとも 1 つの上に置かれた導電パターン 303 上に形成されたギャップ又はスリット 300 からなり、パターンは、アンテナが位置する層表面の少なくとも 50% を覆う。本例では、導電パターンは、パッケージのフルプリント全体を覆う（勿論、アンテナを規定するスロットを除く）が、これは必須ではない。任意に、導電パターン 303 を、パッケージの 1 つ以上の端子 107 によって、パッケージを実装するプリント回路ボード上の外部接地に接地することができる。スロット・アンテナに給電するために、2 つの導電端子 301 及び 302 を、例えば、2 つのワイヤ・ボンド 105 によってダイ 103 に接続する。このようなアンテナに給電する他の可能な方法は、アンテナ層に平行な層上にパターニングされた 2 つの導電ストリップを配し、2 つのストリップをピアによってスロットの各側において 2 つの点に接続することである。いずれの場合でも、2 つの導電端子 301、302 の各々は、スロットを形成する曲線の対向する両側に配置する。アンテナのための代わりの非対称、非平衡給電方式は、スロットの上又は下で交差するマイクロストリップ伝送線からなる。このようなマイクロ

50

ストリップ伝送線は、スロットを含む導電パターンがマイクロストリップ・ラインに対して接地面となるように形成することができ、一方、伝送線の他の部分は、導電パターンの上又は下の平行層上に位置する導電ストリップとなる。

【0036】

スロットの実施形態の別の例を図4に示す。この例では、スロット400は、導電パターンの周囲と交差しており、該周囲の点401にスロットが位置する。言い換えると、スロットは、図3に示すパッケージの場合におけるように、導電体によって完全には包囲されていない。図3に示す実施形態におけるように、スロットは、2つの端子導体405及び406によって、曲線の対向する両側において給電される。用途によっては、このスロットの実施形態は、図1及び図2に示したモノポール及びダイポールの構成よりも好ましい場合がある。これは、放射効率が遙かに高いからである（電流はパターン全体を流れ、必ずしも曲線に沿ってのみではない）。また、インピーダンスは、給電端子405及び406をアンテナ周囲に沿って異なる点に移動させることによって、制御することができる。

【0037】

本発明によるスロット・アンテナを用いることの利点の1つは、ダイとは異なる基板又は層上にアンテナを構築できることである。スロット・アンテナを含む層又は基板は、例えば、1つ以上のビア、ビア・ホール、垂直導体、又はポストを介して、ダイを含む基板又は層から給電することができる。このような構成では、スロットが印刷されている導体パターンによって覆われている表面を最大化することができ、例えば、アンテナ・パッケージのフットプリント全体の80%よりも広い面積に達する。この構成を含むパッケージ・アーキテクチャの一例は、図16におけるパッケージ45に類似したパッケージに基づくものとすることができる。スロット・アンテナは、例えば、層1612の1つに実装することができ、一方、ダイ1601は多層基板1611上に位置している。図16はダイのためのワイヤ・ボンディング技法について記述するが、多くの用途において、フリップ・チップが好ましい。フリップ・チップの利点は、接続部が基板1611側に下向きに面しており、スロット・アンテナを実装する上側の基板（1612のような）に面するダイの最上位側が導電面を含むことができ、この導電面によってダイを遮蔽し、アンテナ内の磁場から保護することができる。

【0038】

図5は、パッケージ5上のマルチプランチ・アンテナ構造を示し、必ずしも同じ長さではない数個の曲線が数点で互いに交差している。即ち、アンテナ500は、3本のアーム501、502、503を含み、これらの各々が本発明による曲線の形状をなしている。この特定的な例では、アンテナは、図1におけるようにモノポールの形態を取り、単一の給電ポートが、接続部505によってダイに接続されており、端子107の1つ以上の接続部が外部接地面に接続されている。アンテナ・アームの数及び長さを調節することによって、アンテナの周波数応答を自在に決めることができる。一般に、広域の挙動では、それぞれのアームの先端からアンテナの給電点までの長さはほぼ同一である。周波数帯域間で重複がないマルチバンド応答では、各アームの長さは、主に、アンテナ応答内における特定のバンドの中心周波数と関連がある。このようなマルチプランチ構成は、限定ではないが、ダイポール、逆F字状アンテナ、又はスロット・アンテナとも適合性がある。

【0039】

図6は、本発明によるループ・アンテナ600を含むパッケージ6を開示する。この場合、曲線はループの周囲を規定し、ループの二点が異なる入力端子となり、105によってダイに接続されている。この場合も、システムの性能向上のために、パッケージは、アンテナ600が位置する層の上又は下にある層は、該上下の層のいずれにおいても、直角に突出するエリア101の少なくとも50%にはメタライゼーションや導電材のないクリアランスを残すように構成するのが通例である。同様に、パッケージは、該パッケージ又はモジュールが位置するPCBがこのようなクリアランスを、メタライゼーションを含むあらゆる層の上に残すように、処理することもできる。

【0040】

図7Aにおけるパッケージ7は、結合ダイポール・アンテナ700を含み、2本のアーム701及び702が近接領域704によって互いに結合されている。本発明によれば、704における導体間の最少距離は、アンテナの最長自由空間動作波長の1/10未満とするとよい。図7Bは、別の実施形態を示し、パッケージ75が、能動モノポール(active monopole)751及び寄生モノポール752を含み、寄生モノポールが、パッケージの端子の少なくとも1つ、例えば、端子753によって、外部接地面又は接地埋設地線に接地されている。また、パッケージは、1組の端子の中に少なくとも1つの別の端子も含み、ダイ103のRF電圧基準の1つを外部で接地する。能動モノポール751及び寄生モノポール752のようなアンテナの2つの導電部分は、近接領域754によって結合され、704における導体間の最短距離が、アンテナの最長自由空間動作波長の1/10未満となるようにする。

10

【0041】

図8Aは、逆F字型アンテナ(IFA)を含むパッケージ8を示す。上述した実施形態と同様、ダイ103はパッケージ102の中心から変位し、アンテナの導電パターンを配置するエリア101を残している。前の実施形態におけると同様に、このパターンは、ダイ又はチップ103を支持するパッケージの層に配置することができ、多層基板の場合、基板102の平行な層のいずれにでも配置することができる。アンテナをダイと異なる層に配置する場合、1又は多数の層と交差するビア・ホールによって、チップの適宜の端子105に常に接続することができる。この実施形態では、アンテナ800を、例えば、端子803のような、パッケージの端子107の少なくとも1つによって、その先端の1つにおいて接地されている。また、アンテナは、例えば、ワイヤ・ボンド、又はフリップ・チップ上のはんだボールに達する導電ストリップのような、接続部105によって、アンテナ曲線の中間点において給電される。

20

【0042】

図8Bは、本発明の別の実施形態を示す。この場合、パッケージ85は、エリア850の周囲の少なくとも一部を規定するアンテナ曲線851を含み、このエリアは導電材で満たされている。例えば、領域852における点のような、エリア850内の点を、給電点として選択し、導体によってダイ103に接続する。このような導電パターンは、多くの異なる方法で用いることができる。これは、モノポールを構成することができ、この場合、チップ103のRF接地基準を、パッケージの端子107の内少なくとも1つによって、外部導電接地に接続する。モノポール構成では、アンテナが位置する層の上下に、パッケージの層のいずれか、又はパッケージを実装する外部基板の層のいずれかの上の導電アンテナ・パターンを包含するエリア101のいずれの突出部も、該突出エリア101の少なくとも50%をメタライゼーションのないクリアランスとして残す必要がある。101の下の50%よりも多いエリアが導電材で満たされている場合、アンテナは、本発明によるマイクロストリップ又はパッチ・アンテナとなり、導電材は、マイクロストリップ又はパッチ・アンテナの接地となる。また、加えて、導電アンテナ・パターン内の任意の点に、接地への少なくとも1つの短絡部を置けば、アンテナは平面逆F型アンテナ(PIFA)にもなる。マイクロストリップ又はパッチ構成のいずれの場合でも、あるいはPIFAの場合でも、アンテナの直下で50%よりも多いエリアを接地が覆うことが好ましい。このような接地は、アンテナ及び/又はチップ103を支持する基板102の層のいずれにも含ませることができ、あるいは、パッケージを支持する外部の基板又はPCB内に含ませることもできる。

30

【0043】

任意のマイクロチップ又はパッチ構成(PIFA構成を含む)の場合でも、本発明の特徴的パターンは、少なくとも15セグメントを有する曲線を含み、その内の少なくとも7つは、本発明によれば、アンテナの自由空間動作波長の1/よりも短くなければならない。これは、小さな面積にアンテナの統合を可能にする所望の微小化の度合いを達成するために必要である。前述のような、本発明の必須の幾何学的な面に準拠する残りの一般的な

40

50

条件は、マイクロストリップ・チップやその短縮化した変形にも適用される。

【0044】

本発明におけるアンテナの幾何学的形状は、少なくとも5つのセグメントの特徴的曲線によって完全に決められることには限定されない。曲線は、例えば、モノポール又はダイポール又はI F Aのようなワイヤ・アンテナの場合には、導電ストリップ又はワイヤの一部、スロット又はアパー・チャ・アンテナの場合にはスリットの一部、パッチ・アンテナの場合にはアンテナの周囲の一部というように、幾何学的形状の一部又は一面を規定するだけよい。例えば、図9A及び図9Bは、パッケージ内に2つのアンテナ配列を含むパッケージの2つの例9及び10を概略的に記述する。ここでは、固体(solid)導電パターン910及び911が曲線920及び921と組み合わせられているが、曲線920及び921は、アンテナの形状全体を規定している訳ではない。10

【0045】

図10のA～Nは、アンテナ設計のための従来技術の空間充填曲線の例を示す。小型化も特徴とする他の形式のマルチバンド・アンテナに、WO/122528に開示されているマルチレベル・アンテナがある。

【0046】

図11のA～Dは、本発明の好適な実施形態の例を4種類示す。4例のパッケージ26～29は全て、本発明によるモノポール・アンテナを含む。図11のAにおけるパッケージ26では、ダイ103は、パッケージの中心から変位して、アンテナ・パターン1100を含ませる空間を残している。この特定的な例では、アンテナ・パターン1100は、空間充填ヒルベルト曲線14によって規定されている。ダイ103は、導体1104によるアンテナ・パターンへの接続を1つ有し、一方、第2RF端子は、例えば、パッケージの端子の少なくとも1の端子1101に、導体1102によって接続されている。20

【0047】

別のモノポール・アンテナ構成を、図11のBのパッケージ27に示す。図11のAにおけるパッケージ26と図11Bにおけるパッケージ27との間の主要な相違の1つは、図11のBにおけるアンテナ・パターン1120は、パッケージの長い方の辺に沿って配置されているので、アンテナの全長がパッケージの内側で最大になっていることである。この結果、アンテナの放射抵抗が増大し、帯域幅が広がり、効率が高まる。この目的のために、SFC曲線14を修正して、特徴的な細長形状1120を得た。この実施形態におけるアンテナ・パターンは、曲線14のようなSFCの特定的な例と共に示したが、アンテナ長を最大にする類似の実施形態も、本発明による一般的な曲線のいずれを用いても構成することができる。30

【0048】

図11のCにおいて、パッケージ28は、モノポールの別の例を内蔵しており、使用可能な基板表面を最大限使用することと、アンテナ・パターンの最大長とを組み合わせている。曲線は2つの部分1130及び1132に分割され、双方の部分は、導電セグメント1132によって接続されている。この構成は、ダイ103をパッケージの1つの角に可能ななかぎり近づけて配置することによって、最適化される。この実施形態では、アンテナ・パターンを取り囲む矩形エリアは、ダイ又はチップ103も取り囲む。この実施形態から、本発明では、アンテナ及びダイを別個に、重複しない矩形エリアに実装する必要がないことは明らかである。40

【0049】

図11のDにおけるパッケージ29は、図11のCにおけるパッケージ28と類似して見えるが、実際には、パッケージ内のアンテナに関しては異なるアーキテクチャを含む。図11のDのアンテナ構成は、マルチブランチ・モノポールであり、第1アーム1140及び第2アーム1141を有し、これらのアームが導電セグメント1142によって接続されている。アーム1140は、その先端の一方がダイ103に接続されており、一方、他方の先端は、接続されず開放のままとなっている。このような実施形態では、アンテナの効率を向上させるには、アーム1141の長さ及び形状を、セグメント1142への接50

続部からアームの自由先端まで達するアーム 1140 の部分と同じにする。これは、少なくともセグメント 1142 からアンテナの 2 本のアームの先端までを覆うアンテナのセクション（区間）において、オーミック抵抗が 2 つに分割されるように、アンテナ上での電流強度が 2 本の等しいアームに分割されるからである。尚、アンテナを取り囲むエリアは、パッケージ上で使用可能なエリアに対して最大化され、これによって、帯域幅の拡大及びアンテナ挙動に対する効率も向上される。

【0050】

図 11 の A 又は B におけるアンテナの曲線は、ボックス計数ディメンジョンが 1.5 よりも大きいことを特徴とすることがわかる。即ち、この曲線の寸法は、1.9 と 2.1 の間である。また、矩形 101 が 4×5 の等しいボックスの格子で覆われると、曲線は、25 個のボックス中の 14 よりも多いボックスと交差する（ボックスの約 75 % と交差する）こともわかる。
10

また、ボックスの少なくとも 1 つが、アンテナ・パターンを規定する曲線によって少なくとも 2 回交差していることもわかる。このようなアンテナ構成の特徴的な面（高ボックス計数ディメンジョン、最大表面利用、非常に長い曲線を形作るために接続される多数の小さなセグメントの組み合わせ）は、特に、高い微小化の度合いが必要なとき、例えば、矩形エリア 101 の最も長い辺を、最長自由空間動作波長よりも短くしなければならないときに、特に適している。

【0051】

図 12 は、ダイポール・アンテナを含む数個のパッケージの実施形態を示す。図 12 の B では、パッケージ 31、ダイポール 1221 及び 1222 の 2 本の等しいアームは、本発明の曲線にしたがって形成されており、1 対の導体 1220 によって給電される。パッケージ 30 上に含まれる別のダイポール構成を図 12 の A に示す。この場合、アームの各々は、チップの対向する両辺に配され、一方のアームの自由先端から他方のアームの他方の自由先端までのアンテナの全体的なサイズが、最大になっている。これによって、放射抵抗、帯域幅、及び効率が改善する。更に、図示のようなダイポールを図 12 の C におけるパッケージ 32 内に配置することによって、特性を改善することができる。これは、マルチプランチ・ダイポールである。ここでは、ダイポールのあらゆるアームが、第 1 アームでは 2 つの曲線 1230 及び 1231、第 2 アームでは 1232 及び 1233 に分割され、電流密度が二分割され、全体的な損失抵抗が半分となるようにしている。各アームの 2 本のプランチはそれぞれ、導電セグメント 1234 及び 1235 によって接続されている。このような構成では、ダイポールの長さが、ダイポールの横方向の辺と共に最大となり、アンテナの全体的な帯域幅及び効率が最大となる。
20
30

【0052】

図 12 の D 及び E のパッケージ 33 及び 34 は、アンテナが折り返しダイポール・モード (folded dipole mode) で動作することが望まれるときに、用いることができる。パッケージ 33 では、エリア 1241 に包囲されているダイポールは、エリア 1242 に包囲されているダイポールに等しいが、1242 におけるものは、チップ又はダイに接続されている 1 対の導体によって、その中心で給電されることを除く。双方のダイポールは、一般に折り返しダイポール構成において行われるように、先端において接続されている。折り返しダイポール構造を規定する 2 つのダイポールに可能な他の配置を、図 12 の E において、パッケージ 34 のエリア 1251 及び 1252 に示す。折り返しダイポール構造の利点は、ダイポールの入力インピーダンスが、折り返しでない構造に対して増大することができ、しかもアンテナの帯域幅も改善することである。
40

【0053】

図 12 の D 及び E におけるパッケージ 33 及び 34 上のアンテナの幾何学的形状は、閉ループを形成し、したがって、ループ・アンテナを構成することができることがわかる。これらの構造は、動作周波数及び励起モードに応じて、折り返しダイポールとして、又はループ・アンテナとして動作することができる。これが意味するのは、アンテナがマルチモード・アンテナとしても動作することができ、例えば、これを用いれば、同一パッケー
50

ジに、2つの異なる周波数バンドで動作する2つの異なる通信又はワイヤレス・サービスを統合できるということである。

【0054】

本発明による集積回路パッケージ用のループ・アンテナのその他の例を図13のA～Cに示す。図13のAでは、パッケージ35は、半導体ダイ103周囲にある数個のヒルベルト状のセクション(区間)によって形成された導電曲線1301を含む。このループは、1対の導体1302によって形成された差動入力/出力ポートによって給電される。この場合も、このような構成により、周囲及びループによって覆われる面積の双方を最大にする。この曲線のボックス計数ディメンジョンは、1.9～2の間であり、非常に低い周波数における動作では、高いパッケージ密度が得られる。これは、アンテナの導電パターンを包囲する矩形エリアの内側にダイを配置する実施形態の別の例である。ループの内側を流れる強い磁場からチップを保護するために、チップは、その両面の少なくとも一方を遮蔽する導電層を含むことができる。この目的のためには、フリップ・チップ構成が好ましい。

10

【0055】

図13のBにおけるパッケージ36は、図13のAに示すパッケージ35のデュアル・バージョンであり、ループは、ダイを支持する基板層のいずれかにおける導電パターン上でスロットの形状をなす。パッケージ密度及び使用可能面積の最大使用に関する同じ利点が、この場合にも得られる。このようなループの給電方式も差動式であり、一方の導体1311をループ内側の導電領域に接続し、第2導体1312を外側の導電エリア上の曲線の反対側に配置する。図13のCに示すように、2つの導体1321及び1322は、ダイの同じ側に互いに近接する必要はなく、これらは、例えば、対向する両側にすることも可能である。2つの導体の相対的位置に応じて、インピーダンスが変化する。これは、ダイの内側にある出力RF増幅器に要求される出力インピーダンスに一致させるためにアンテナを同調させるのに役立つ。

20

【0056】

図14Aにおけるパッケージ38は、図11Bのモノポールのデュアル・バージョンである。これは、使用可能な長さの最大使用による効率及び放射抵抗の最大化に関して、同じ利点を有する。実際、このパッケージは、図11のBのパッケージ27と図4のパッケージ4の組み合わせとして見ることができる。図4のパッケージ4と同様に、アンテナはスロットであり、スロットは、一点において、スロットを含む導電パターンの周囲と交差する。例えば、図3における場合のように、スロットを支持する導電パターンの内側にスロットの2つの先端を含むか、又は、図14Bにおけるパッケージ39に示すように、パッケージの周囲と交差する両端を有するというような、他の組み合わせも可能である。

30

【0057】

図15は、モノポール・アンテナ1501を含むパッケージを示す。この例では、接地面即ち接地埋設地線1502が、アンテナと同じ層上に配されており、モノポール・アーム1501が包囲されている矩形エリア1505と重複しないようにしている。アンテナは、1つの導体1503を通じて給電される。この実施形態では、モノポール1504の先端をどのようにすれば接地面1502に近接させることができるかを示す。これは、アンテナに容量性負荷を与え、アンテナ全体の微小化に寄与する。

40

【0058】

図16のA～Eは、集積回路用の従来のパッケージ・アーキテクチャ(アイテム41、42、43、44、45)を数例記述するが、限定の目的では全くない。これらの全ては、いくつかの共通の部品配列を共有する。これらの殆どでは、半導体ダイ又はチップ1601、1606を、パッケージの最も重要な部分の1つである基板又は積層体1610に取り付ける。このような基板又は積層体は、半導体ダイ又はチップに対する機械的支持部として作用し、チップからの熱の除去に貢献し、チップを外界と電気的に接続するための数個の端子1603、1604を設ける。チップ及びパッケージは、多くの方法で相互接続することができる。最も一般的な方法は、ワイヤ・ボンド1602によるものであるが

50

、例えば、テープ・ボンディング、又はフリップ・チップ技術のような他の技法も可能である。パッケージは、通常、プラスチック・モールド内に封入されるか、又は密閉され(1615)、チップ及び端子との相互接続部を保護する。

【0059】

図16のAにおけるアイテム41は、端子がピン接続部であるパッケージ・アーキテクチャの一例である。このようなピン接続部は、DIL、DIL-SMT、QFP、及びPGAパッケージでは一般的である。通常、このようなピンは、パッケージの周囲を包囲し、ワイヤ・ボンドによって、又はパッケージ基板の上面上の導電ストリップによって直接チップに接続される。場合によっては、金属フレームが端子及び導電ストリップ双方を含み、これらがワイヤ・ボンドによってチップに接続する(通常、熱圧縮によって)。PGAパッケージの場合、端子は、パッケージの周囲を取り囲むように配置されるだけでなく、パッケージ直下で2D格子アレイ状に配列されている。これは、通例、チップ及びパッケージ双方に必要な端子数が多い場合に採用される。

10

【0060】

図16のB～Dにおけるアイテム42、43、44及び45は、GBAパッケージの例をいくつか示し、この場合、ピン端子がはんだボール1604に置き換えられている。このような相互接続技法は、フリップ・チップ・アーキテクチャ(アイテム43及び44を参照)においても特徴的であり、その場合、チップは類似の方式によってパッケージに接続される。フリップ・チップ構成では、チップは逆さまに実装され、接続部が下側となりパッケージ基板又は積層体に面する。このような構成では、相互接続は、導電ボール又はバンプ1605の格子によって行われる。

20

【0061】

集積回路パッケージの小型化及びコスト削減に対する市場要求の結果、パッケージのフットプリントを縮小しつつ、チップの機能性を高める新たなアーキテクチャが続々と生まれている。図16のDにおけるアイテム44は、チップ・スケール・パッケージ(CSP)を示し、縮小したチップのフットプリントに殆ど一致するように、パッケージを縮小している。

20

【0062】

パッケージ密度を高める他の手段には、パッケージにおける1枚又は数枚の基板内に多層構造を用いることが含まれる。図16のEにおけるアイテム45は、複数の誘電体層1611を互いに接着して、チップを支持する基板を形成したパッケージ・アーキテクチャの一例である。基板上のあらゆる層は、数個のメタライゼーション及び導電ストリップを支持し、チップ1601を端子1604と、あるいは基板上に実装されている他のチップ又は電気的コンポーネント(例えば、抵抗器、コンデンサ、インダクタ、フィルタ、ミキサ、増幅器、発振器等)と相互接続することができる。このような層上のメタライゼーションは、ピア及びピア・ホール1614によって相互接続することができる。加えて、他の積層体又は基板1612をチップの上又は下に含ませれば、追加のコンポーネント又はチップを支持することができる。この場合も、このような追加の基板は、ピア及びピア・ホールによって、他の基板と相互接続することができる。

30

【0063】

本発明のアンテナを形成する曲線を構成するセグメントは、図では直線状として示すが、本発明は、直線状セグメントのみによって形成される曲線に限定される訳ではない。本発明のアンテナ曲線を構成するセグメントの1つ以上を、アンテナ曲線のセグメント全てを含むまで、非直線状としてもよい。例えば、図17に示すように、曲線1702は数個の非直線状セグメントを含む。本発明のアンテナ曲線が少なくとも1つの非直線状セグメントを含む場合、この少なくとも1つの非線形セグメントを有する曲線上の任意の点と、全て直線状セグメントで形成した同一の曲線との間の最短距離も、アンテナの最長自由空間動作波長の1/10未満となる。これは、曲線における非直線状セグメントの数の多少に係わらず、言えることである。図17に示すように、曲線1701(破線で示す)は、非直線状セグメントを有する曲線1702と形状が同一の全て直線状セグメントの曲線を

40

50

表す。曲線 1702 上の任意の点と曲線 1701 との間の最短距離も、アンテナの最長自由空間動作波長の 1 / 10 となる。

【0064】

本発明にしたがってパッケージをどのように構成するかという追加の例を、図 18 ~ 図 21 に示す。図 18 は、2 つの同一のアーム 1801 及び 1802 を有し、パッケージ基板の 2 つの半部分に対称的に配置されている、マルチプランチ・モノポール構成である。ダイ 1805 は、パッケージの基板 1803 の中心から変位しているが、基板の 1 つの縁の中心点付近に位置している。これによって、2 本のアームをセグメント 1807 から対称的に延ばすことができる。アンテナによって覆われるエリアを最大化しつつ、2 つの曲線の最大長を保持し、効率的なアンテナ・サイズの圧縮を可能とする。即ち、パッケージ上にある 5×5 セルの格子が、セルの少なくとも約 80 % において曲線の部分を含む。この曲線のボックス計数ディメンジョンは 2 に近い。10

【0065】

図 18 における実施形態は、アンテナのために少なくとも 2 つの RF 接続部 1804 及び 1806 を含む半導体ダイ 1805 を示す。接続部 1806 は、二重分岐構造の入力を作られ、一方、接続部 1804 は例えば、基板 1803 上のビア・ホール、及びビア・ホールを端子 1808 の少なくとも 1 つと接続する基板 1803 の第 2 層内の導電ストリップによって、パッケージの端子 1808 の 1 つに接続されている。端子 1808 は、例えば、プリント回路ボード即ち PCB 上の導電層のような、外部接地面に接続される。図 18 には一例としてワイヤ・ボンドを示すが、他の相互接続構成（例えば、フリップ・チップ又は TAB 等）も同様に用いて、チップ 1803 をパッケージ 1808 上の端子に相互接続することもできる。20

【0066】

図 18 に示すようなアンテナ構成を有する実施形態は、例えば、2 GHz で動作するアンテナを 10×10 mm よりも小さなパッケージ（アンテナの自由空間動作波長の 1 / 15 よりも小さいサイズのパッケージ）に封入することもできる。これは、このようなアンテナ設計を基板 1803 用の高誘電率基板と組み合わせることによって得ることができる、サイズの潜在的な余分な縮小を考慮していない。一方、多少余分な損失が生じ（効率低下）、電気的帯域幅がいくらか狭くなることを犠牲にして、パッケージを高誘電率材料で作れば、更にアンテナ及びパッケージを微小化することができる。このような実施形態の用途には、例えば、Bluetooth（商標）、WLAN IEEE802.11、又はUTMS/3G-WCDMA用の FW SOC が考えられる。30

【0067】

図 19 は、本発明による実施形態の別の例を示す。パッケージはモノポール・アンテナを含み、このモノポール・アンテナは単一の放射アームを含み、アームは一点において給電される。ダイは、アンテナへの接続部を 1 つ、及び外部接地への接続部を 1 つ備えている。この場合、パッケージは、矩形形状に構成され、パッケージの約半分がアンテナに、別の半分がダイに当たられる。最大のサイズ圧縮のためには、アンテナ曲線に約 2 のボックス計数ディメンジョンが望まれる。この構成によって、例えば、約 2 GHz で動作する FW SOC システム（Bluetooth（商標）、WLAN IEEE802.11、又はUTMS/3G-WCDMA用の FW SOC を含むがこれらに限定される訳ではない）を、 10×5 mm よりも小さいモジュールに封入することが可能となる。この場合も同様に、アンテナを包囲する最少矩形の最も長い辺は、対応する最長自由空間動作波長を 30 で除算した値よりも小さい。40

【0068】

例えば、アンテナの最長自由空間動作波長の約 1 / 30 程度のサイズの方形パッケージのような、非常に小さいパッケージでは、他の実施形態が本発明による効率的な案を提供する。例えば、図 21 において、チップ又はダイは、パッケージの角付近に配置され、アンテナの導電パターンのために、パッケージ基板上に「L」字状エリアを空けている。このような構成では、モノポールは単一放射アームによって規定され、本発明による曲線 2102 の形状をなすアームが用いられる。曲線の第 1 先端 2101 は、L 字状エリア上の

10

20

30

40

50

一端においてパッケージの縁に近く、一方、モノポールの自由先端 2100 は、アンテナの他方の端部に配置されている。ボックス計数ディメンジョンは、このように高いパッケージ密度を達成するには、約 2 であることが好ましい。

【0069】

いくらか大きめのパッケージ（例えば、アンテナの最長自由空間動作波長の約 1 / 10 の長さの辺を有する方形パッケージ）では、アンテナ・パターンが含むセグメントの数は少なく、かつ使用可能な空間をできるだけ多く充填することが好ましい。このような特性を有するモノポール・アンテナを含むパッケージを図 20 に示す。この実施形態では、モノポールは、2 本の等しい放射アーム 2000 及び 2001 を含む、これらは、一点で相互接続されており、一方、この一点は導体 2002 によってアンテナに給電するために用いられる。他のモノポール構成におけると同様、第 2 導体を用いて、第 2 RF 出力又はチップの接地基準を外部接地基準に接続する。ワイヤ・ボンドをビア・ホール 2003 に接続する。ビア・ホール 2003 は、ワイヤ・ボンドを、外部接地に接続されるパッケージの端子の少なくとも 1 つに達するまで他の層上に延びるストリップに接続する。

10

【0070】

本発明によるパッケージの代替実施形態を図 22 に示す。ここで、アンテナは、導電パターン 2204 上のスロット 2200 であり、パターンは、スロットを除いて、パッケージ基板の層を完全に覆っている。オプションで、いくつかのビア・ホールを用いて、導電パターンの上又は下にある他の層を相互接続する。好ましくは、導電パターン 204 をパッケージ相互接続部の 1 つ又は数個に接続し、パターンの外部接地への接続を可能にする。この実施形態では、スロット 220 の先端 2201 の一方は、導電パターン 2204 の外周囲と交差する。他方の先端 2202 は、パターン 2204 によって完全に包囲されている。この場合も、アンテナは、例えば、1 対のワイヤ・ボンドのように、1 対の導体によって給電され、導体の各々は、スロットの両辺の各々において、ある点に接続されている。また、このような高パッケージ密度を達成するには、高いボックス計数ディメンジョン（約 2）が必要であり、曲線は、アンテナを覆う最も小さい 5×5 格子内のボックスの約 75 % と交差するように選択することが好ましい。

20

【0071】

当業者には明らかであろうが、明確化のために、前述の実施形態の殆どは、図ではワイヤ・ボンド構成で記述したが、これらの実施形態は、例えば、フリップ・チップ又はテープ・ボンディング技術のような、他のチップ相互接続技法を採用することができる。また、本発明は、チップ及びパッケージの 1 又は複数の端子を相互接続するためのいくつかの方法を可能にする。本発明による可能な方法の 1 つは、少なくとも導電アンテナ・パターンとは異なる層上に数個の導電ストリップを配することである。ストリップ間の結合、及びチップとパッケージ端子との間の相互接続を最少にするためには、可能であれば、アンテナ構造の任意のセグメントの上又は下におけるストリップのあらゆる交差が垂直方向で行われるように、このようなストリップを配置することが好ましい。端子が二次元アレイ（例えば、ボール・グリッド・アレイやピン・グリッド・アレイ等の系統群内のパッケージにおけるようなアレイ）の端子を形成するパッケージでは、本発明は、このような干渉が最少となるアンテナ曲線及びパッケージ端子の配置に有利な方法を開示する。曲線が本発明による多数のセグメントを含むアンテナ幾何学的形状を有している構成では、これらのセグメントは、少なくとも端子のアレイの上面の領域では隣接するセグメントと 90° の角度を形成し、アンテナの幾何学的形状は、アンテナ曲線が矩形メッシュに沿った経路を辿るように選択され、メッシュの線は端子ピン又はボールから等距離にある。このような構成を可能にする曲線の一例は、限定するものではないが、ヒルベルト、ペアノ (Peano)、S Z 及び Z Z 幾何学的形状に基づく曲線である。図 11、図 12、図 13、図 14、図 15、図 18、図 19、図 20、図 21、又は図 22 におけるような、 90° の折曲を含む曲線も、その目的に同様に使用できることは明白である。

30

【0072】

上述した実施形態は、アンテナのチップからの直接給電を示すが、他の給電方式も本發

40

50

明の範囲内で可能である。例えば、抵抗器、コンデンサ、インダクタ、フィルタ、共振器、伝送線、パルン、ミキサ、ダイプレクサ、増幅器、又はその他のRFネットワークのようなその他の受動又は能動コンポーネントを、アンテナとチップとの間に配することもできる。これは、例えば、MCM-L、MCM-C、MCM-D、又はMCM-D/Lのようなマルチチップ・モジュール技法のような、多くの異なるパッケージング・アーキテクチャ及び技法によって可能となる。

【0073】

前述の実施形態のアンテナをチップ又は中間RFネットワークと接続する1つの方法は、容量性結合によるものである。容量性結合は、近接するが直接接触しないように配置した2つの導体によって行われ、導体はアンテナ及びチップ又は中間RFネットワークにそれぞれオーミック接続する。例えば、2つの導体は、パッケージの基板上の2つのパッドから成ることができ、パッドは、同一平面状であっても、基板の別個の層上で一方が他方の上にあってもよい。他の実施形態では、このような結合は、チップ上のパッド、アンテナ・パターンに接続されている基板上のパッドによって得ることができる。

10

【0074】

アンテナのために可能な他の給電方式は、誘導性結合によるものであり、この場合、チップに接続された電流のループを、アンテナ導電パターン内部のループに結合する。双方のループは、1つがチップに接続され、1つがアンテナの中にあり、基板の同じ層上に位置することができ、あるいは、同じ基板内又は同じ基板内の異なる基板内にある別個の基板上に上下に直線状に並べれば、双方のループ間の結合を最大にすることができる。

20

【0075】

尚、図示したチップ及びアンテナの構成、及び本発明の精神に該当するその他は、数種類のパッケージ技術で構成できることは明らかである。例えば、DILトポロジの多くは、SIL、QFP、PGA、及びBGAパッケージと交換することができる。一般に、いずれの種類の標準的なパッケージ技術、シングル・イン・ライン(SIL)、デュアル・イン・ライン(DIL)、DIL-SMT、クアッド・フラット・パッケージ(QFP)、ピン・グリッド・アレイ(PGA)、ボール・グリッド・アレイ(BGA)、及びその派生物PBGA、CBGA、TBGA、SBGA、BGAとの組み合わせについては、本発明において示したアンテナ設計に制限はない。

30

【0076】

アンテナの導電パターンを構成する他の可能な方法は、パッケージ全体を封入するプラスチック・モールド内又はその上に組み込むことである。パターンは、例えば、パッケージ基板の1つの上にある導電エレメントへの容量性又は誘導性結合によって、チップに接続することができ、導電エレメントは、例えば、アンテナの放射アーム、あるいはダイ又はRFコンポーネント又はダイに接続されているネットワークに接続された基板のリアクティブ・ループ又はパッドを含む。アンテナの導電パターンは、例えば、ツー・ショット注入プロセス(two-shot injection process)、同時注入プロセス(co-injection process)、挿入成形プロセス、又はMIDプロセスのような数種類の手段によって、このようなプラスチック・モールド上に形成することができる。

40

【0077】

例えば、マルチプランチ・アンテナのようなマルチバンド・アンテナを、数種類のサービス又は動作周波数帯域を同じシステムに統合するときに、パッケージ内で用いることができるが、本発明においては、2以上のアンテナを同一パッケージに配置することも加納であることは明白である。例えば、本発明による2以上のアンテナは、同じ基板層内、同じ基板内の異なる層、異なる基板内、又は基板内や、パッケージのプラスチック・ケーシング内にでも配置することができる。2アンテナのパッケージに可能な構成の1つは、2つの同様のアンテナを含み、1つずつに独立して給電し、一方の導電パターンを他方のアンテナ・パターンに対して90°回転させる。これによって、単一パッケージの内側に偏波ダイバシティ通信システムを統合する有効な手段が得られる。

【0078】

50

本発明によるR Fアンテナを含むパッケージング技法は、ワイヤレス・システムのサイズを圧縮する有効な手段を提供し、このようなシステムを小さなパッケージ内に集積することを実現可能にする。例えば、本発明は、0.5~5.5GHzの周波数帯域で動作するシステムを $10 \times 10\text{ mm}$ よりも小さい面積に封入することを可能にする。例えば、図21に示すようなパッケージは、ISM2.4GHzで動作するワイヤレス・システム全体を、 16 mm^2 よりも小さい面積に、高価な高誘電率材料を用いる必要なく、集積することができる。これは、例えば、Bluetooth(商標)、IEEE802.11a、IEEE802.11b、Hyperlan、Hyperlan2、UMTS、GSM900、GSM1800、PCS1900、AMPS、WCDMA、DECT、及びGPSのようなシステムに多くの新しい用途の範囲を開くことになる。

【0079】

本発明にしたがって構成されたアンテナ設計のいずれも、半導体ダイの内側にも集積することができる。この可能性はシステムのコストを上昇させるが、システム全体をチップ(SoC)の内側に集積することになる、より高い周波数では好都合である可能性がある。また、パッケージ内に、チップのない単一のアンテナ・コンポーネントとして、複数の同じ設計を用いることもできる。

【0080】

本発明のパッケージ構成は、多くの他の異なる環境にも応用することができる。このように、パッケージ内に1又は数個のアンテナを用いると、アンテナが捕捉した電磁エネルギーをチップのバイアス回路に結合することによって、チップに給電することができる。これは、超低消費電力デバイスに用いられるパッケージや、無線周波数識別システム(RFID)の場合のように、パッケージの内側のシステムに通信する外部電磁信号に反応すればよい場合には、有利となる。

【0081】

通信やワイヤレス・システム以外で可能な他のパッケージの用法に、センサがある。実施形態の中には、チップやアンテナ以外に、センサ又は検知システムをパッケージに集積することもある。他の場合には、アンテナ自身を、ある種の電磁信号又は物理的強度を検知するデバイスとして用いる。これを、前述のような遠隔給電システムと組み合わせると、パッケージは、特に、接近するのが難しく、センサを離れたエリアに配置せざるを得ない低価格の用途に特に適したものとなる。これは、人体又は動物の体内センサ、車内センサ、タイヤ又は化学コンテナ内のセンサ、可燃性又は爆発性気体あるいは液体のような危険な環境のためのセンサを含む。これらの構成において検知可能な物理的特性の一部には、温度、圧力、省力、牽引力、加速度、振動、距離、速度、回転、光強度、電磁場強度、物質内部の化学成分の化学的濃度、電磁又は音響ドプラ・シフト又は運動が含まれるが、これらに限定されるのではない。

【0082】

以上から明らかなように、本発明の集積回路パッケージは、各々が少なくとも1つの層を含む少なくとも1つの基板と、少なくとも1つの半導体ダイと、少なくとも1つの端子と、集積回路パッケージ内ではあるが、前記半導体ダイのいずれの上にも配置されていないアンテナであって、該アンテナは導電パターンからなり、少なくともその一部が曲線を含み、該曲線が少なくとも5つのセグメントからなり、少なくとも5つのセグメントの各々が、曲線内の隣接するセグメントと 180° 以外の角度を形成し、セグメントの内少なくとも3つは、前記アンテナの最長自由空間動作波長の $1/10$ よりも短い、アンテナとを備えており、少なくとも5つのセグメントの各々と隣接するセグメントにより形成される角度の内、少なくとも2つの角度は 115° 未満であり、曲線は、放射アームの一部、又は放射ループの周囲の一部を構成しており、導電パターンは、矩形エリアの内側に收まり、矩形エリアの最も長い辺が、アンテナの最長自由空間動作波長の $1/5$ 未満であり、矩形エリアの50%以上が、アンテナを構成する導電パターンの上又は下にある導電材料と重なっていないことを特徴としている。

【0083】

また、本発明の集積回路パッケージにおいては、以下の実施形態を備えている。

10

20

30

40

50

115°未満である少なくとも2つの角度が、曲線により2分される平面の一方の側及び他方の側に存在する。

導電パターンは矩形エリアの内側に收まり、矩形エリアの最も長い辺は、アンテナの最長自由空間動作波長の1/20よりも短い。

セグメントの少なくとも1つは非直線状であり、該少なくとも1つの非直線セグメントを有する曲線上の任意の点と、該非直線セグメントを直線セグメントに置換した場合の該直線セグメントとの間の最短距離が、アンテナの最長自由空間動作波長の1/10未満である。

曲線は、約1.17よりも大きなボックス計数ディメンジョンを有し、該ボックス計数ディメンジョンは、第1及び第2の矩形格子によって計算され、これら格子は、曲線を包囲する最も小さい矩形エリアの内側に收まり、第1格子は、 5×5 個の等しいサイズのセルからなり、第2格子は、第1格子と同一サイズであり、セルの数が4倍多く、第2格子の前記セルは、第1格子のセルに対して1/2に縮小されている。10

曲線は、1.5~3までの間のボックス計数ディメンジョンを有し、該ボックス計数ディメンジョンは、第1及び第2の矩形格子によって計算され、格子は、曲線を包囲する最も小さい矩形エリアの内側に收まり、第1格子は、 5×5 個の等しいサイズのセルからなり、第2格子は、第1格子と同じサイズであり、セルの数が4倍多く、第2格子のセルは、第1格子のセルに対して1/2に縮小されている。

曲線は、約2のボックス計数ディメンジョンを有し、該ボックス計数ディメンジョンは、第1及び第2の矩形格子によって計算され、格子は、曲線を包囲する最も小さい矩形エリアの内側に收まり、第1格子は、 5×5 個の等しいサイズのセルからなり、第2格子は、第1格子と同じサイズであり、セルの数が4倍多く、第2格子のセルは、第1格子のセルに対して1/2に縮小されている。20

曲線は、1.1~3の間のボックス計数ディメンジョンを有し、該ボックス計数ディメンジョンは、第1及び第2の矩形格子によって計算され、格子は、曲線を包囲する最も小さい矩形エリアの内側に收まり、第1格子は、 10×10 個の等しいサイズのセルからなり、第2格子は、第1格子と同じサイズであり、セルの数が4倍多く、第2格子のセルは、前記第1格子のセルに対して1/2に縮小されている。

曲線は、第1格子の25個の等しいセルの内少なくとも14個と交差する。

曲線は、第1格子の25個の等しいセルの内少なくとも1個と少なくとも2回交差する。30

曲線は、空間充填曲線である。また、該空間充填曲線は、ヒルベルト曲線又はペアノ曲線であるか、または、S Z、Z Z、ヒルベルトZ Z、ペアノインク(Peanoinc)、ペアノデック(Peanodec)、及びペアノZ Zからなる群から選択されている。

曲線は、集積回路パッケージ内の单一平面上に形成され、それ自体と交差していない。

曲線のセグメントの少なくとも2つは、集積回路パッケージ内の異なる層上に配されており、セグメントは1つ以上のビアによって接続されている。また、異なる層上に配された2つのセグメントは、集積回路パッケージ内の両面層の対向する両側に配されている。又は、異なる層上に配されている2つのセグメントは、集積回路パッケージ内の2つの異なる基板上に配されている。40

導電パターンは第1導電パターンであり、パッケージは2つの端部を有する少なくとも1つの第2導電パターンを含み、2つの端部の一方は第1導電パターン上の点に接続されており、これら導電パターンは、矩形エリアの内側に共に收まり、矩形エリアの最も長い辺は、アンテナの最長自由空間動作波長の1/5よりも短い。

曲線は、モノポール・アンテナの放射アームであり、該放射アームは少なくとも1つの給電点を含み、少なくとも1つの給電点は、少なくとも1つの半導体ダイに、直接的に、あるいは受動又は能動RFネットワークを介して間接的に接続されており、集積回路パッケージは、該パッケージ及び半導体ダイの少なくとも1つのRF接続部を、接地面又は接地埋設地線に接続するための少なくとも1つの接地端子を含む。該モノポール・アンテナは、折り返しモノポール・アンテナである。50

曲線は、ダイポール・アンテナの2本の放射アームの少なくとも1本の少なくとも一部を規定し、2本の放射アームは、各アーム上に少なくとも1つの給電点を含み、少なくとも2つの給電点が、少なくとも1つの半導体ダイに、直接的、あるいは受動又は能動RFネットワークを通じて間接的に接続されている。該ダイポール・アンテナは、折り返しモノポール・アンテナである。

曲線は、導電パターン内のスロットであり、該パターンは、半導体パッケージ内の基板の少なくとも1つの層の少なくとも1つの少なくも50%を覆っている。この場合、スロットは2つの給電点を含み、該給電点は、差動入力／出力端子を規定し、2つの給電点の各々はスロットの対向する両側に配置され、給電点は2つの導体によって給電され、該2つの導体はスロットを内蔵する基板の層上に形成されたワイヤ・ボンド、又は導電ストリップのいずれかである。また、スロットは、導電ストリップによって給電され、該導電ストリップはスロットが位置する層の上又は下にある基板層上に配置され、導電ストリップは、少なくとも1点において前記スロットの上を交差している。スロットは、導電パターンの導電性材料によって完全に包囲されている。スロットは、導電パターンの周囲と、該周囲の少なくとも1点において交差する。また、導電パターンは、集積回路パッケージの少なくとも1つの端子に接続されており、該少なくとも1つの端子は、外部接地面又は接地埋設地線に接続される。10

曲線は逆F型アンテナの放射アームの少なくとも一部であり、少なくとも1つの接地端子は外部接地面又は接地埋設地線に接続するように構成されており、集積回路パッケージは、少なくとも1つの半導体ダイを前記外部接地面又は接地埋設地線に接続するように構成されている、第2接地端子を含む。また、アンテナは、少なくとも2本の放射アームを備えており、少なくとも2本の放射アームは、これらの放射アーム間の距離が、アンテナの最長自由空間動作波長の1/10よりも短くなる領域において、互いに結合されている。該放射アームはダイポール・アンテナの2本の放射アームである。曲線は第1及び第2放射アームからなり、第1放射アームは少なくとも1つの給電点を含み、該少なくとも1つの給電点は、少なくとも1つの半導体ダイに、直接的、あるいは受動又は能動RFネットワークを介して間接的に接続されており、集積回路パッケージはパッケージを接地面又は接地埋設地線に接続するための少なくとも1つの接地端子を含み、少なくとも1つの半導体ダイは、集積回路パッケージの第1接地端子に接続されており、第2放射アームは、給電点を有さない寄生エレメントであって集積回路パッケージ内の第2接地端子に接続されている接地点を有し、第1及び第2接地端子は、外部接地面又は接地埋設地線に接続するように構成されている。20

曲線は、閉曲線の少なくとも一部であり、ループ・アンテナ、又はスロット・ループ・アンテナを規定している。

導電パターンは、マイクロストリップ、パッチ、又は平面逆F字型アンテナの放射面の周囲の少なくとも一部を規定し、曲線は、少なくとも15のセグメントからなり、該セグメントの内少なくとも7つは、アンテナの最長自由空間動作波長の1/20よりも短く、導電パターンは、少なくとも1つの給電点を含み、該少なくとも1つの給電点は、少なくとも1つの半導体ダイに、直接的、あるいは受動又は能動RFネットワークを介して間接的に接続されており、集積回路は、外部接地面又は接地埋設地線の上方に取り付けられ、接地面又は接地埋設地線が、集積回路パッケージの直下のエリアを完全に覆っている。また、導電パターンは、集積回路パッケージ内にある第1基板層上に形成されており、集積回路パッケージは、該集積回路パッケージ内にある第2基板層上に配された第2導電パターンを含み、該第2導電パターンが、マイクロストリップ、パッチ、又は平面逆F字型アンテナの接地面として作用する。30

少なくとも1つの半導体ダイと集積回路パッケージの少なくとも1つの端子との間の接続部は、複数の導電ストリップである。

曲線は、少なくとも1つの基板の上面に配されており、少なくとも1つの半導体ダイは、曲線と同じ基板表面上に実装されている。

集積回路パッケージが、複数の層を有する少なくとも1つの基板を含み、曲線は、層の40

内少なくとも 2 つの層の上に配されている。

曲線は、基板の前記層の少なくとも 1 つの上に配されており、集積回路パッケージは、少なくとも 1 つの追加の導電パターンを含み、追加の導電パターンは、アンテナのインピーダンス及びインピーダンス帯域幅、アンテナの共振周波数、アンテナの放射パターン、ならびにその組み合わせから成る群から選択される特性を調整するよう構成されている。

集積回路パッケージは、少なくとも 2 つの基板を含み、曲線は、前記基板の一つの基板の上面に配されており、少なくとも 1 つの半導体ダイは、曲線とは異なる基板表面上に実装されており、曲線及び前記少なくとも 1 つの半導体ダイは、平行な表面上に配されている。

集積回路パッケージは、少なくとも 1 つの半導体ダイを集積回路パッケージの端子と接続するために用いられるワイヤ又はストリップを除いて、アンテナ導電パターンの上又は下にメタライゼーションを全く含んでいない。10

集積回路パッケージは、曲線が位置する前記基板層に平行な基板層上に配された少なくとも 1 つの追加のメタライゼーションを含み、該追加のメタライゼーションを収容するエリアが、曲線を包囲する矩形エリアの 50 % 未満を覆っている。

スロット・アンテナは、集積回路パッケージ内の第 1 基板上に位置し、少なくとも 1 つの半導体ダイは、前記集積回路パッケージ内の第 2 基板上に位置し、第 1 及び第 2 基板は、少なくとも 1 つのビア又はポストによって接続されており、スロット・アンテナを収容する最少エリアが、集積回路パッケージの全フットプリントの少なくとも 80 % を覆っている。少なくとも 1 つの半導体ダイはフリップ・チップであり、該フリップ・チップは、端子の対向面に遮蔽導電層を含み、スロット・アンテナは、フリップ・チップが第 1 及び第 2 基板の間に位置するように、フリップ・チップの上方に配置されている。20

少なくとも 1 つの半導体ダイと集積回路パッケージの端子との間の接続部は、集積回路パッケージ内の基板の第 1 層上に位置し、曲線は、接続部と同じ基板上であり、接続部が位置する基板の第 1 層と平行な基板の異なる層上に位置している。

第 1 層上の導電ストリップが第 2 層上の曲線の上又は下を交差する毎に、導電ストリップ及び曲線が互いに垂直な方向となっている。

集積回路パッケージは、該集積回路パッケージ内の少なくとも 1 つの基板の第 1 層上に、ピン又ははんだボールの二次元アレイを含み、曲線は、第 1 層の上方に存在する異なる層上に位置し、ピン又ははんだボールの二次元アレイは、二次元アレイ内にあるピン又ははんだボールと同じ数のセルを有する矩形格子の内側に收まり、各ピン又ははんだボールは、格子がピン又ははんだボールの各々から等距離となるように、矩形格子のセルの中心に位置し、曲線の隣接するセグメント間の角度が全て 90° であり、曲線がピン又ははんだボール間の矩形格子に沿った経路に沿って連続している。30

曲線は、集積回路パッケージの基板の少なくとも 1 つの中にある 2 つ以上の層において同様に構成され、曲線の全ては、該曲線の給電点において少なくとも 1 つのビアを通じて接続されている。

少なくとも 1 つの半導体ダイ及び前記曲線は、容量性結合によって接続されており、該結合は、誘電体材料によって分離された 2 つの導電エレメントによって得られ、該導電エレメントの各々は、それぞれ、曲線及び少なくとも 1 つの半導体ダイにオーミック接続されている。40

導電パターンは、集積回路パッケージ内にある基板の少なくとも 1 つの第 1 层上に位置する第 1 導電パターンであり、該第 1 導電パターンは、少なくとも 1 つの半導体ダイに結合又は接続されており、集積回路パッケージは、基板の第 2 層上に位置する少なくとも第 2 導電パターンを含み、曲線が、第 1 導電パターンに容量的又は誘導的に結合されており、第 2 導電パターンは曲線に対して寄生エレメントとして作用する。

曲線は、外部アンテナに電磁結合するように構成されており、該外部アンテナは曲線に対して寄生アンテナとして作用する。

集積回路パッケージは、MCM-L、MCM-C、MCM-D、及び MCM-D/L から成るグループから選択された技法で製作されている。50

集積回路パッケージは、シングル・イン・ライン、デュアル・イン・ライン、DIL-SMT、クアッド・フラット・パッケージ、ピン・グリッド・アレイ、ボール・グリッド・アレイ、PBGA、CBGA、TBGA、SBGA、及びBGAから選択されたものである。

集積回路パッケージはプラスチックで封入されており、曲線は集積回路パッケージを封入する前記プラスチック上に位置し、曲線は、集積回路パッケージ内に位置する第2曲線又は少なくとも1つの半導体ダイに容量的に結合されている。曲線は、ツー・ショット注入プロセス、同時注入プロセス、インサート・モールド・プロセス、及びMIDプロセスから選択した技法によって、集積回路パッケージを封入するプラスチック上に形成されている。

集積回路パッケージは、 $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ よりも小さく、アンテナは、0.5~5.5GHzの間の周波数で共振するよう構成されている。

集積回路パッケージは、100平方ミリメートルよりも小さく、アンテナは、0.5~5.5GHzの間の周波数で共振するよう構成されていることを特徴とする集積回路パッケージ。

集積回路パッケージは、16平方ミリメートルよりも小さく、アンテナは2.4GHzの周波数で共振するよう構成されている。

アンテナは、Bluetooth(商標)、IEEE802.11a、IEEE802.11b、Hyperlan、Hyperlan2、UMTS、GSM900、DCS、GSM1800、PCS1900、CDMA-800、PDC-800、PDC-1500、KPCS、AMPS、WCDMA、DECT、UWB及びGPSから成る群から選択されたシステム用のアンテナである。

集積回路パッケージは、温度、圧力、張力、牽引力、加速度、振動、距離、速度、回転、光強度、電磁場強度、材料内部における化学成分の化学的濃度、電磁又は音響ドップラ・シフトあるいは運動から成る群から選択したパラメータを測定するセンサを内蔵するか、又は、該センサ内に一体化されている。

【0084】

本発明の種々の実施形態及び利点についてこれまでの説明において述べたが、以上の開示は例示に過ぎず、詳細において変更も可能であり、なおも本発明の精神及び範囲内に留まることは当然理解されよう。本発明の範囲は、添付した特許請求の範囲によってのみ限定されることとする。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】本発明による、7つのセグメントを有する導体パターンで形成したアンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図2】本発明による、ダイポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図3】本発明によるスロット又はアパー・チャ・アンテナを含む集積回路の一実施形態を示す図である。

【図4】本発明によるスロット又はアパー・チャ・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図5】本発明によるマルチブランチ・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図6】本発明によるループ・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図7A】本発明による結合ダイポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図7B】本発明による能動モノポール・アンテナ及び寄生モノポール・アンテナを含み、両モノポールが至近領域を介して結合している、集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図8A】本発明による逆F字型アンテナ(IFA)を含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 8 B】あるエリアの周囲の少なくとも一部を規定するアンテナ曲線を含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図 9 A】本発明による、曲線と組み合わせた固体導体パターンを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図 9 B】本発明による、曲線と組み合わせた固体導体パターンを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図 10】A ~ Nはそれぞれ、本発明の集積回路パッケージにおいて用いて好適な従来技術の空間充填曲線の例を示す図である。

【図 11】A ~ Dはそれぞれ、本発明による、ヒルベルト曲線の形状をなすモノポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。 10

【図 12】A ~ Eはそれぞれ、本発明によるダイポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図 13】A ~ Cはそれぞれ、本発明によるループ及びスロット・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図 14 A】本発明によるスロット・モノポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図 14 B】本発明によるスロット・ダイポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図 15】本発明によるモノポール・アンテナ及び接地面又は接地埋設地線を含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。 20

【図 16】A ~ Eは、本発明の集積回路パッケージにおいて用いて好適な従来のパッケージング・アーキテクチャを示す図である。

【図 17】本発明による非線形セグメントを有するアンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態を示す図である。

【図 18】本発明によるマルチプランチ・モノポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態の斜視図(上)及び平面図(下)を示す図である。

【図 19】本発明によるモノポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態の斜視図(上)及び平面図(下)を示す図である。

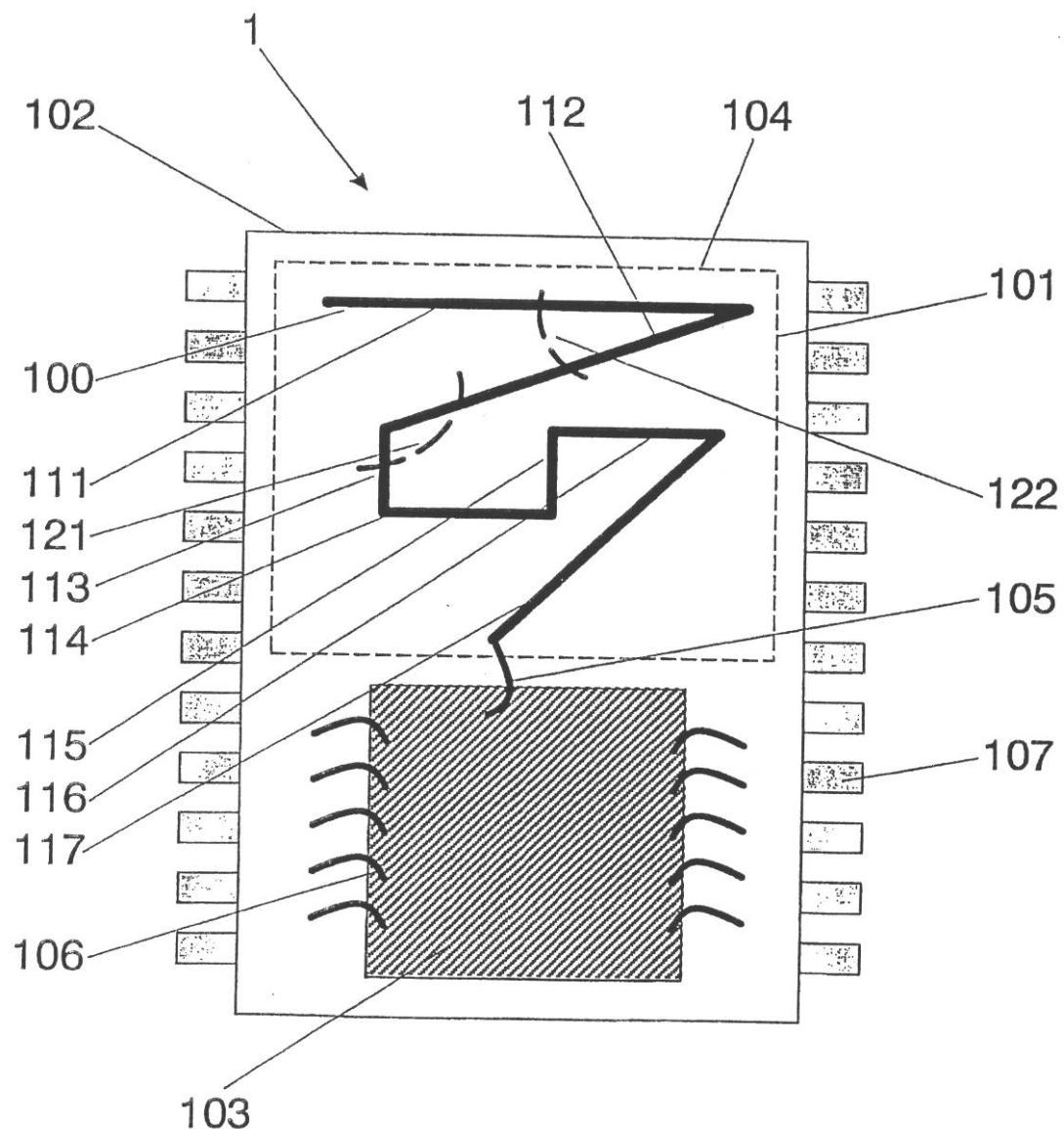
【図 20】本発明によるモノポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態の斜視図(上)及び平面図(下)を示す図である。 30

【図 21】本発明によるL字状モノポール・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態の斜視図(上)及び平面図(下)を示す図である。

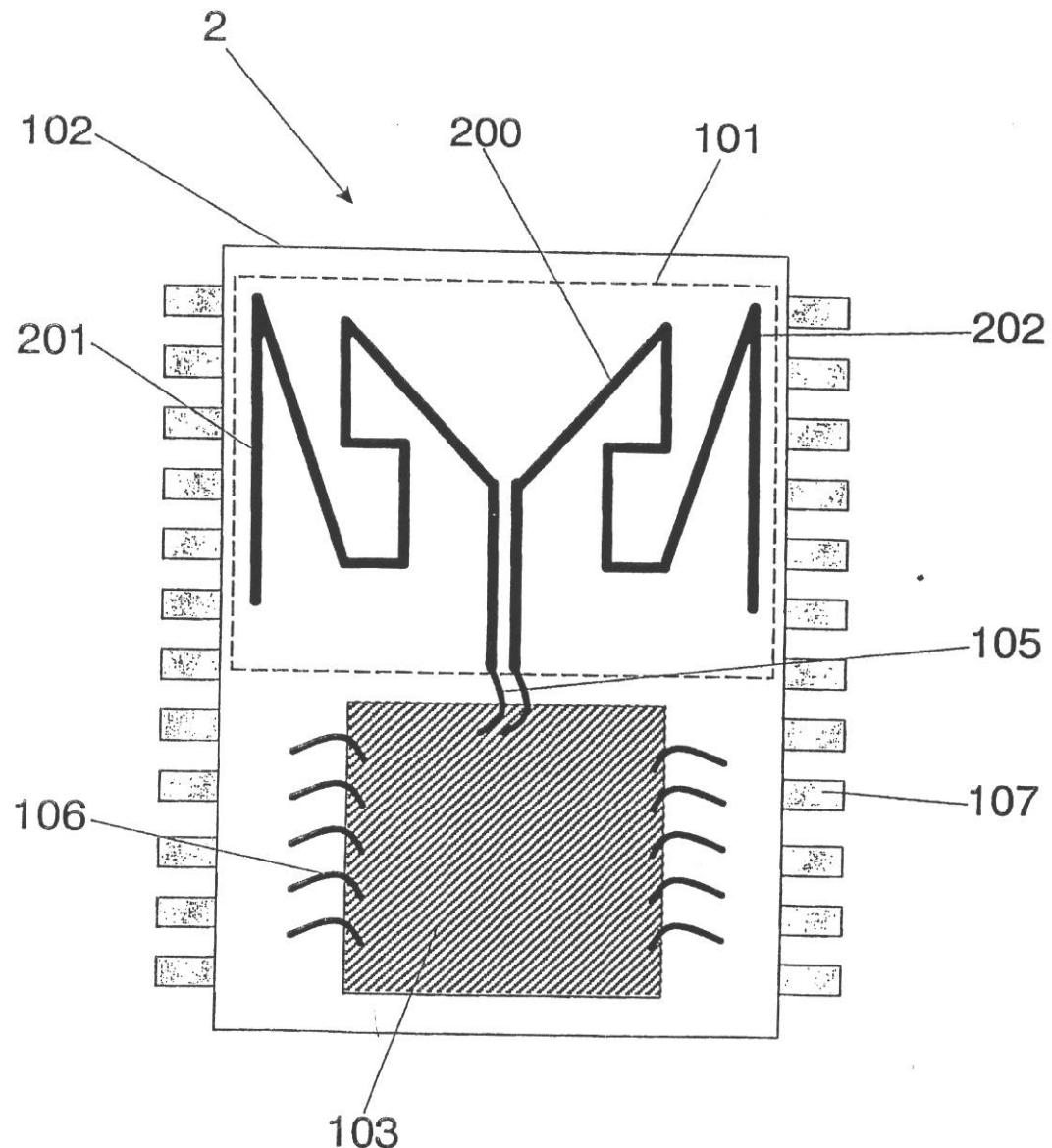
【図 22】本発明によるスロット・アンテナを含む集積回路パッケージの一実施形態の平面図を示す図である。

【図 23】本発明にしたがって、どのようにしてボックス計数ディメンジョンを計算するかの例を示す説明図である。

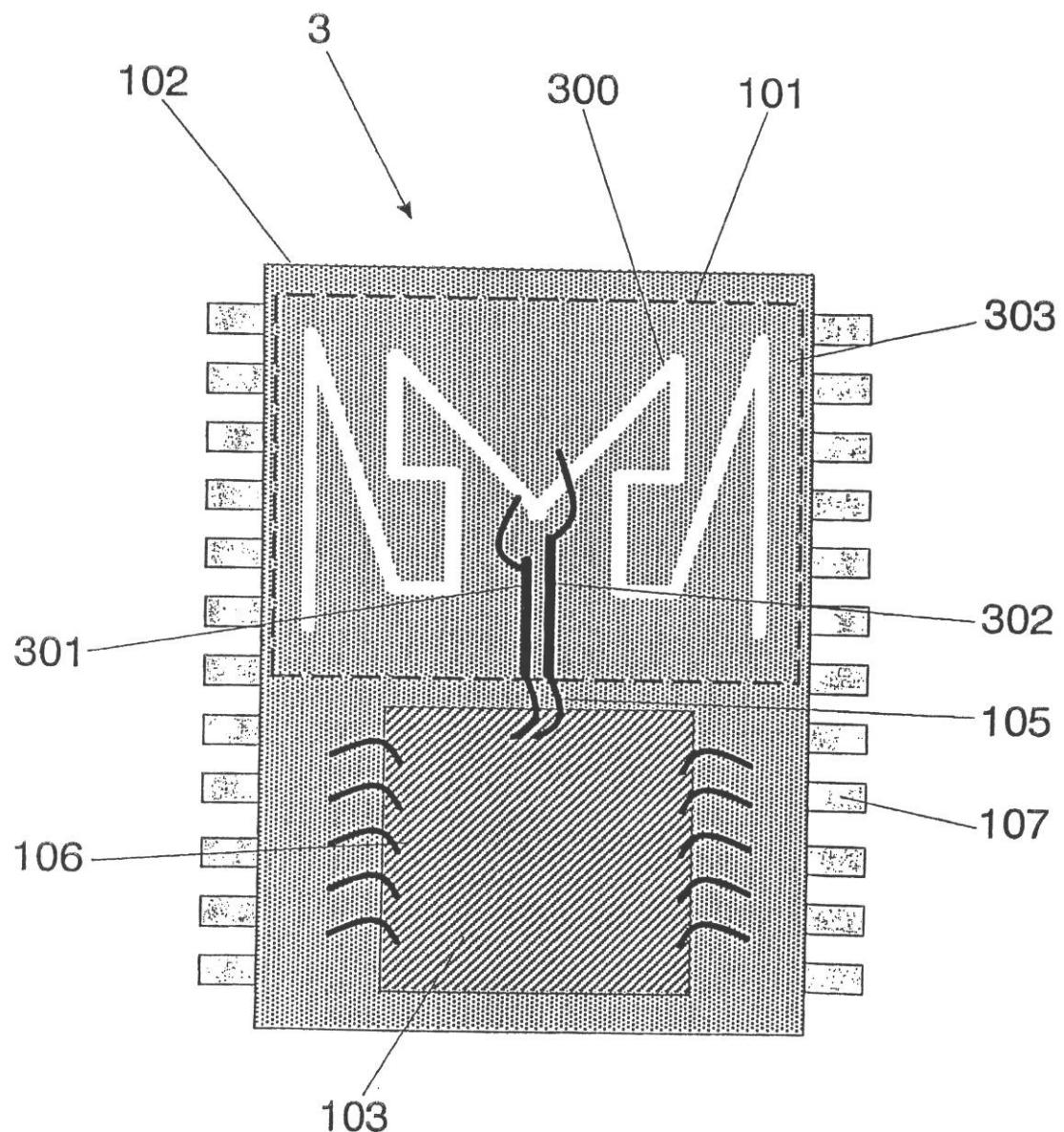
【図1】



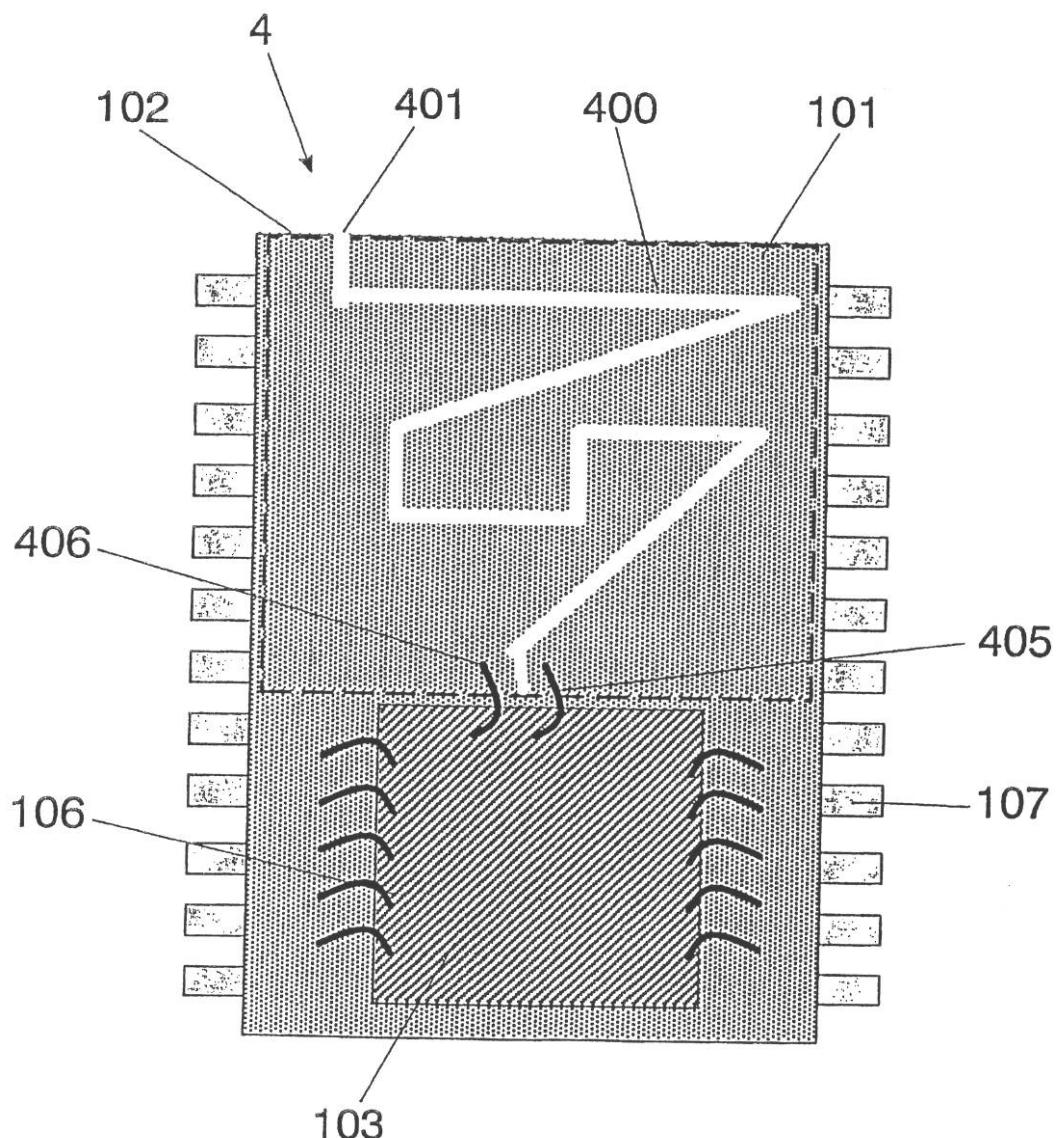
【図2】



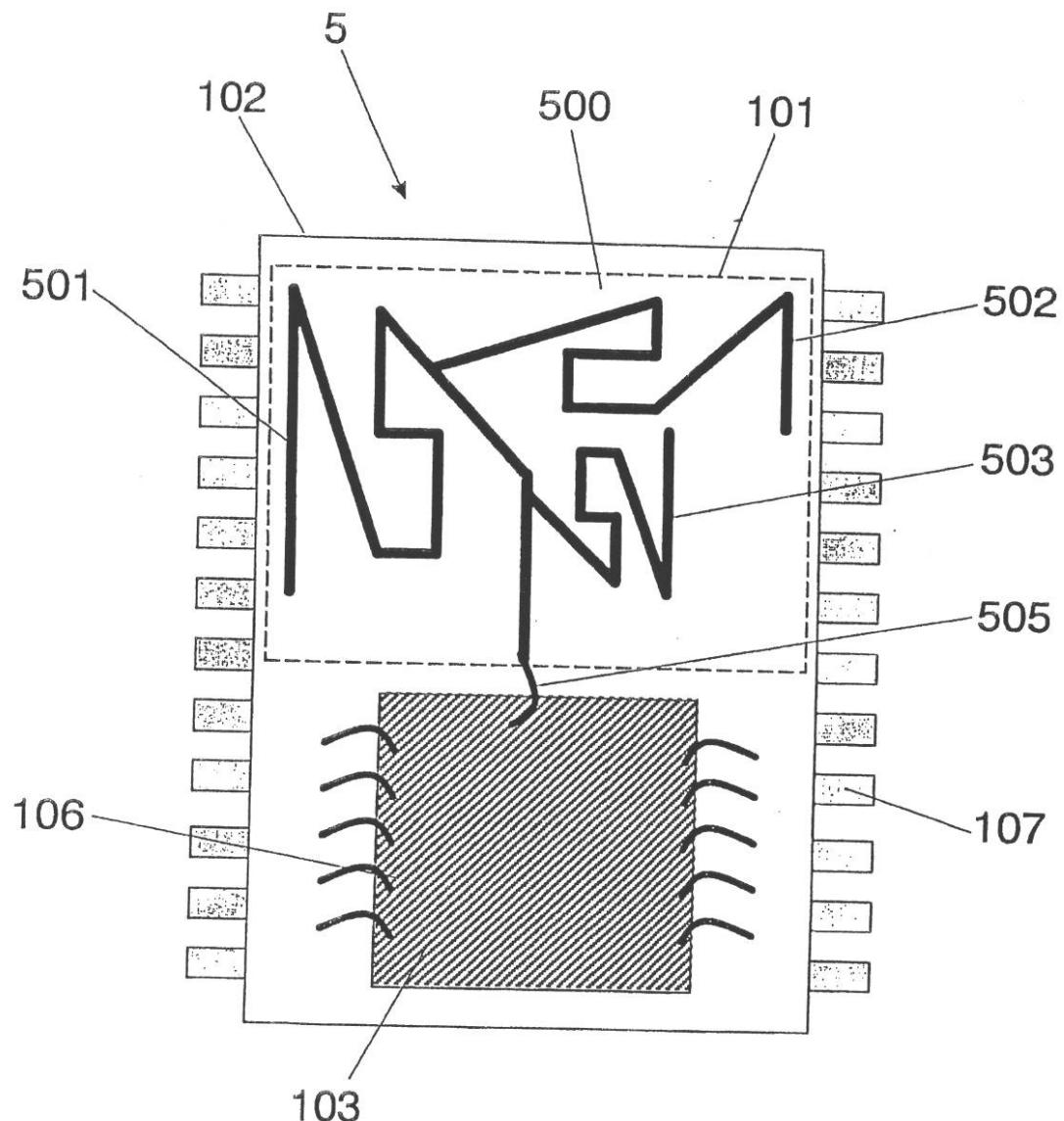
【図3】



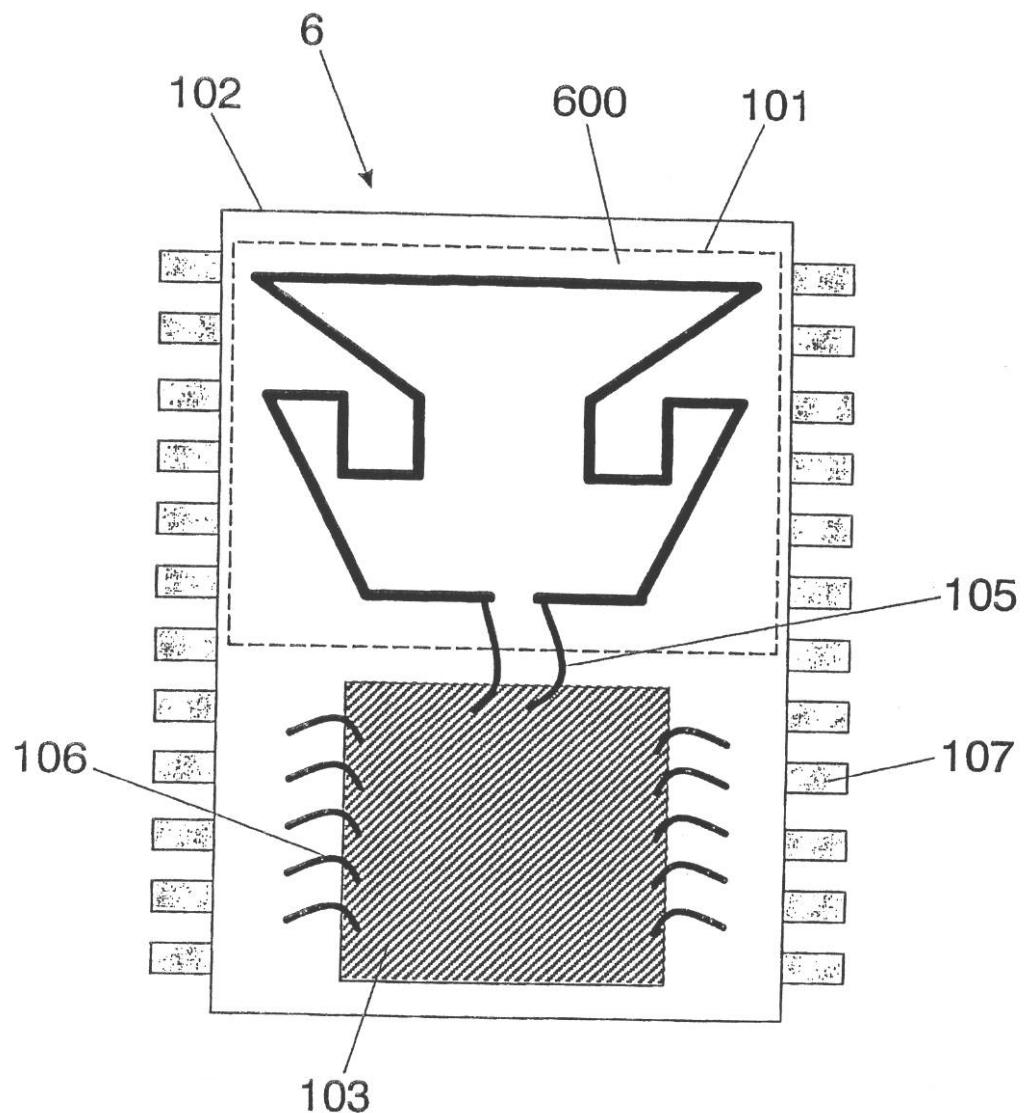
【図4】



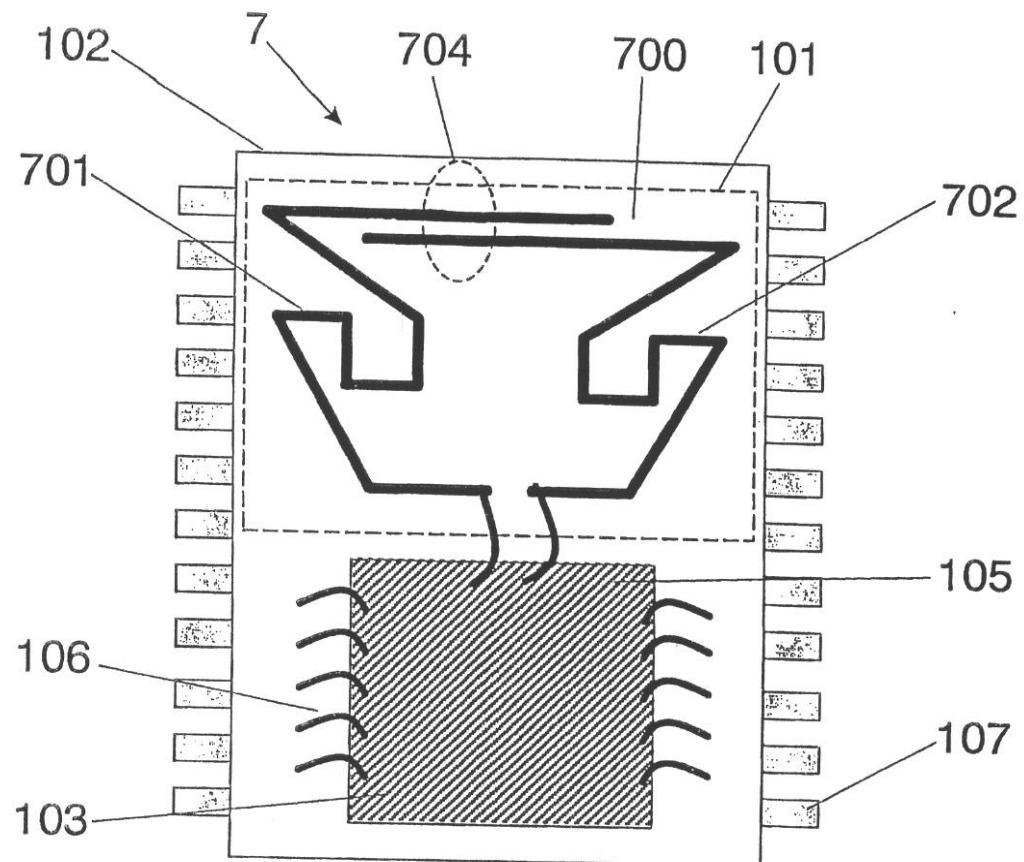
【図5】



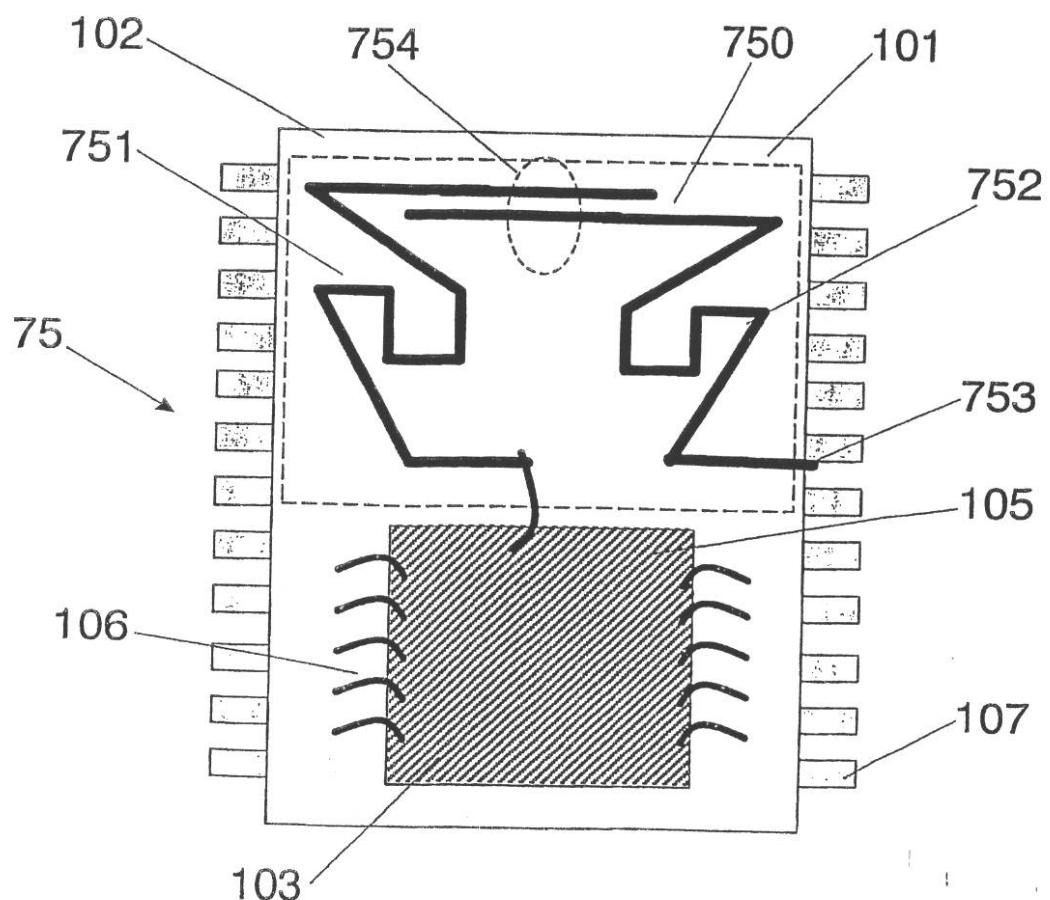
【図6】



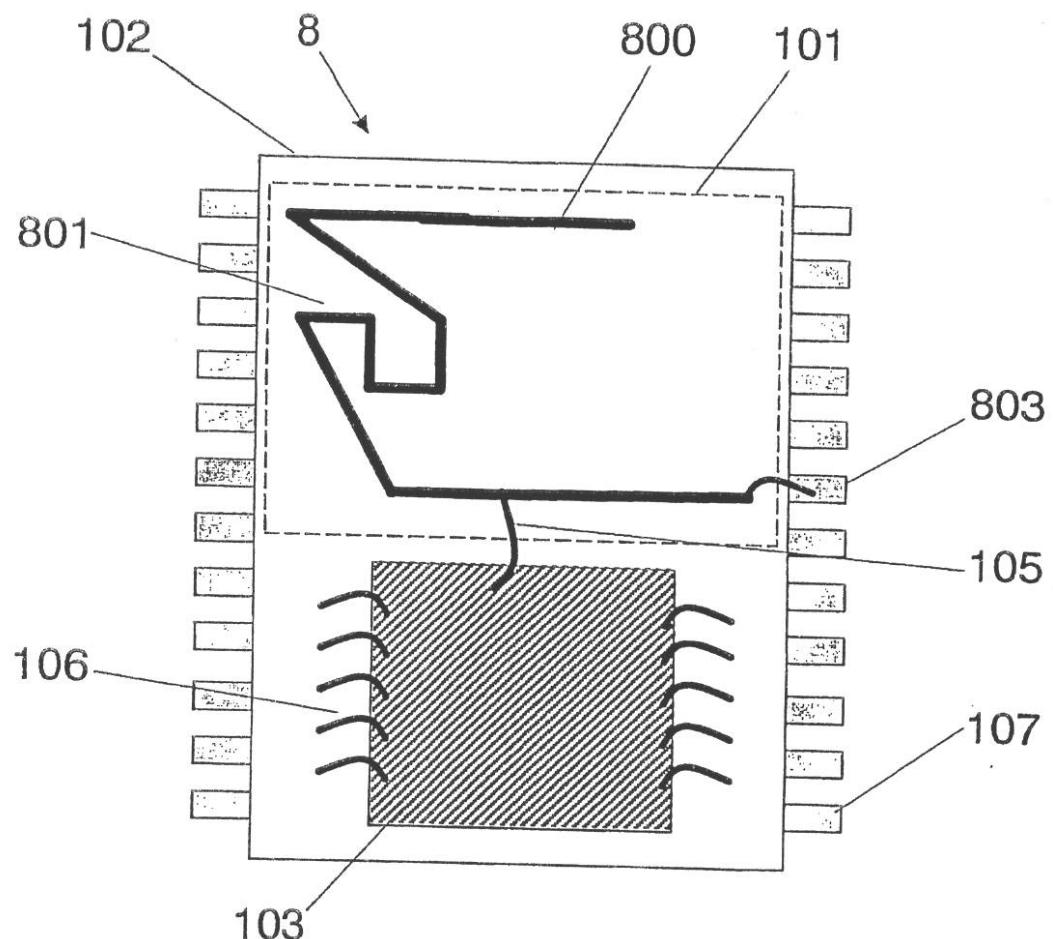
【図 7 A】



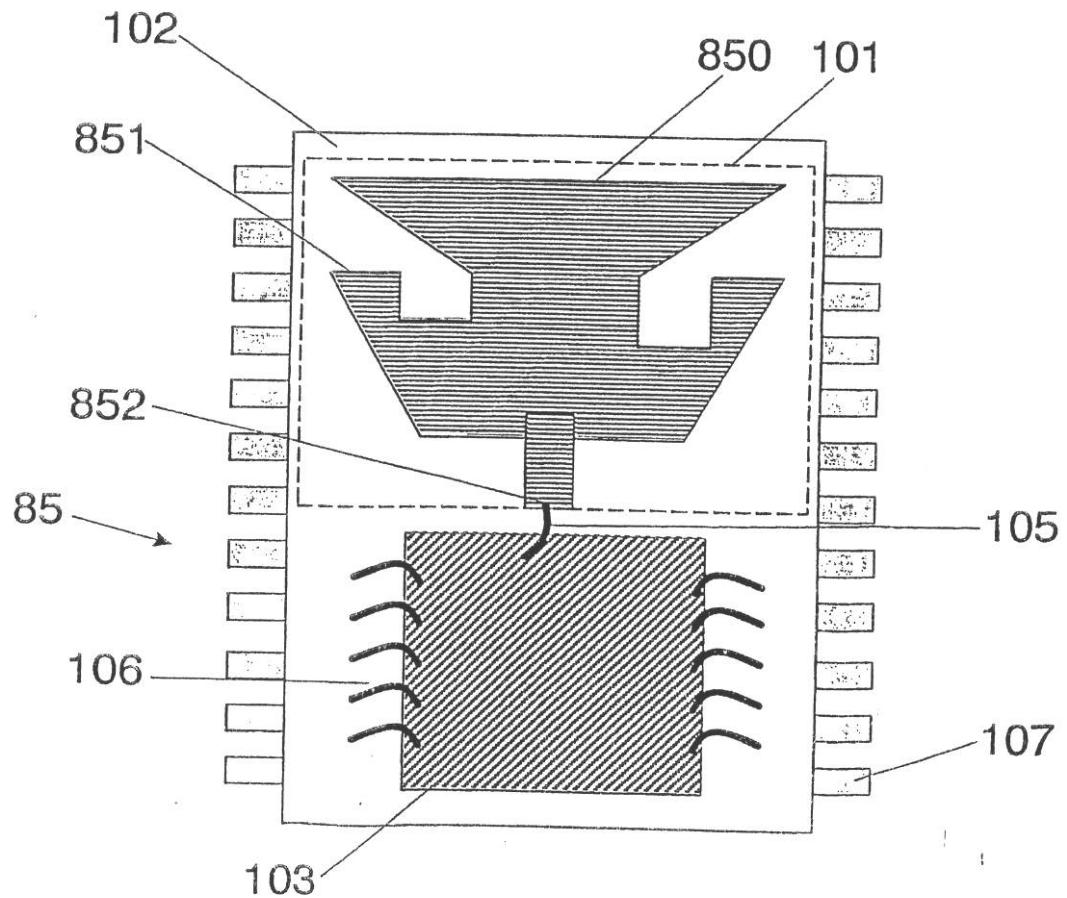
【図 7 B】



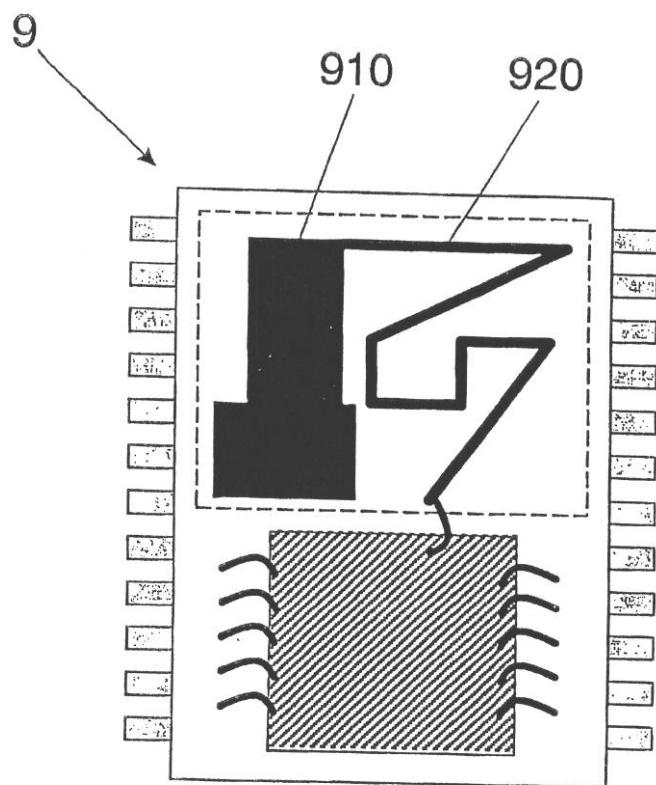
【図 8A】



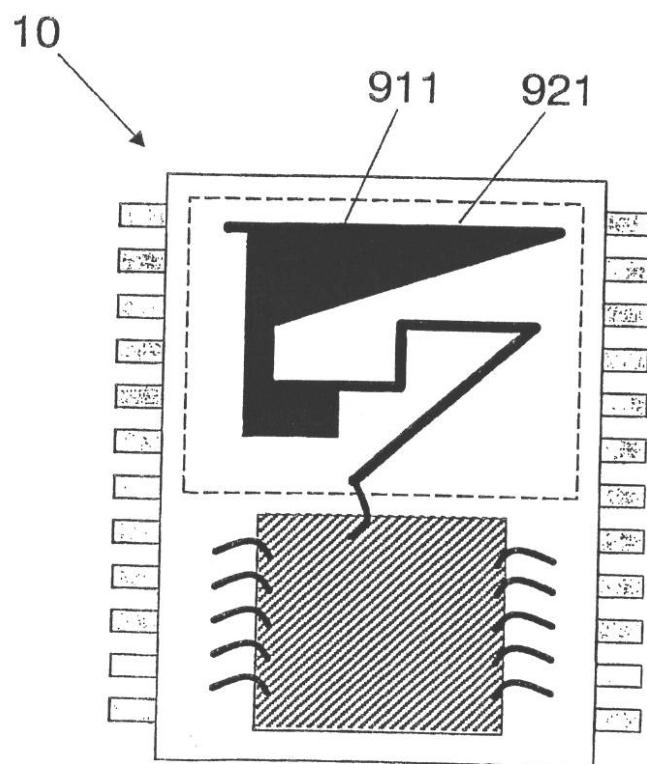
【図 8 B】



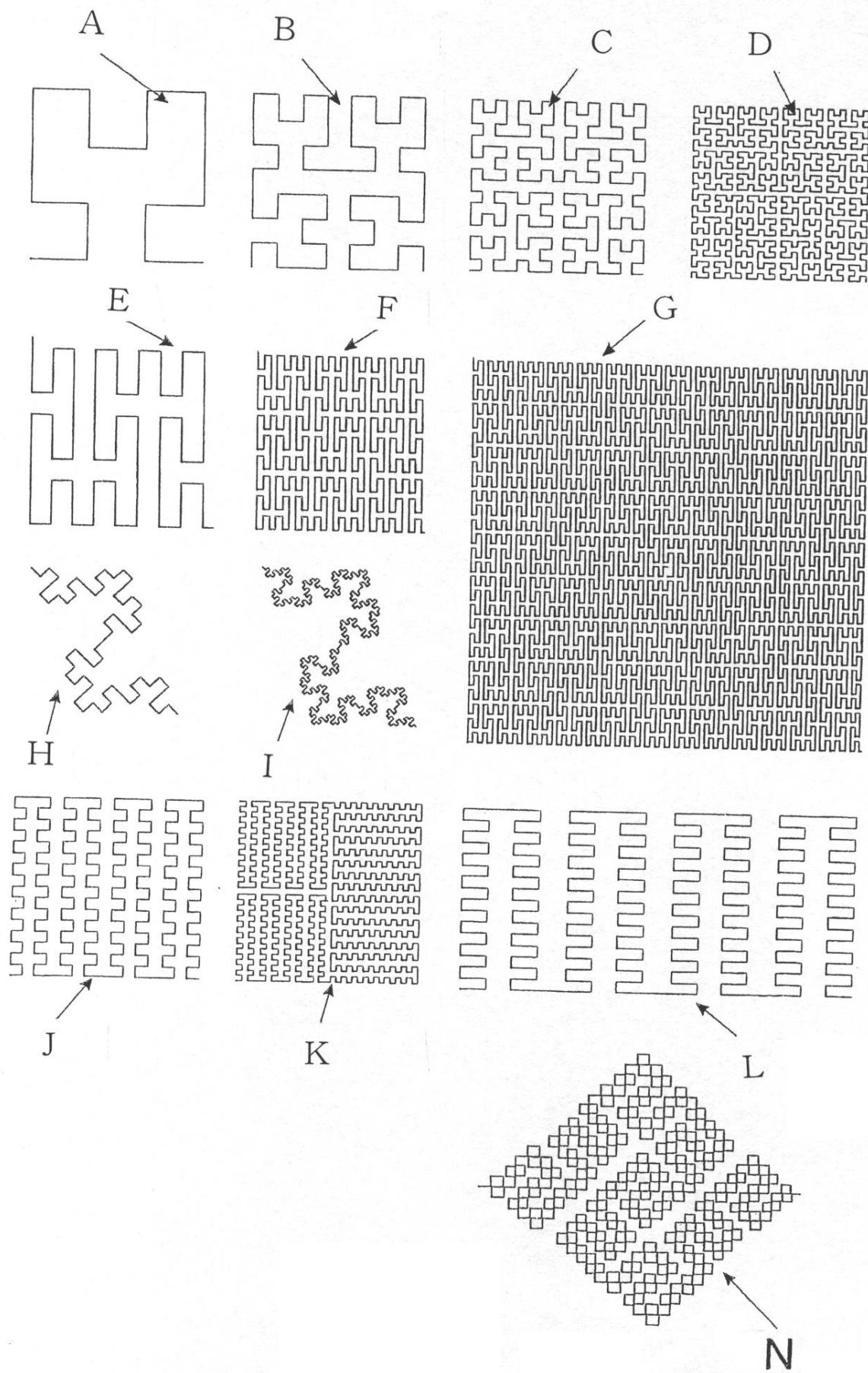
【図 9 A】



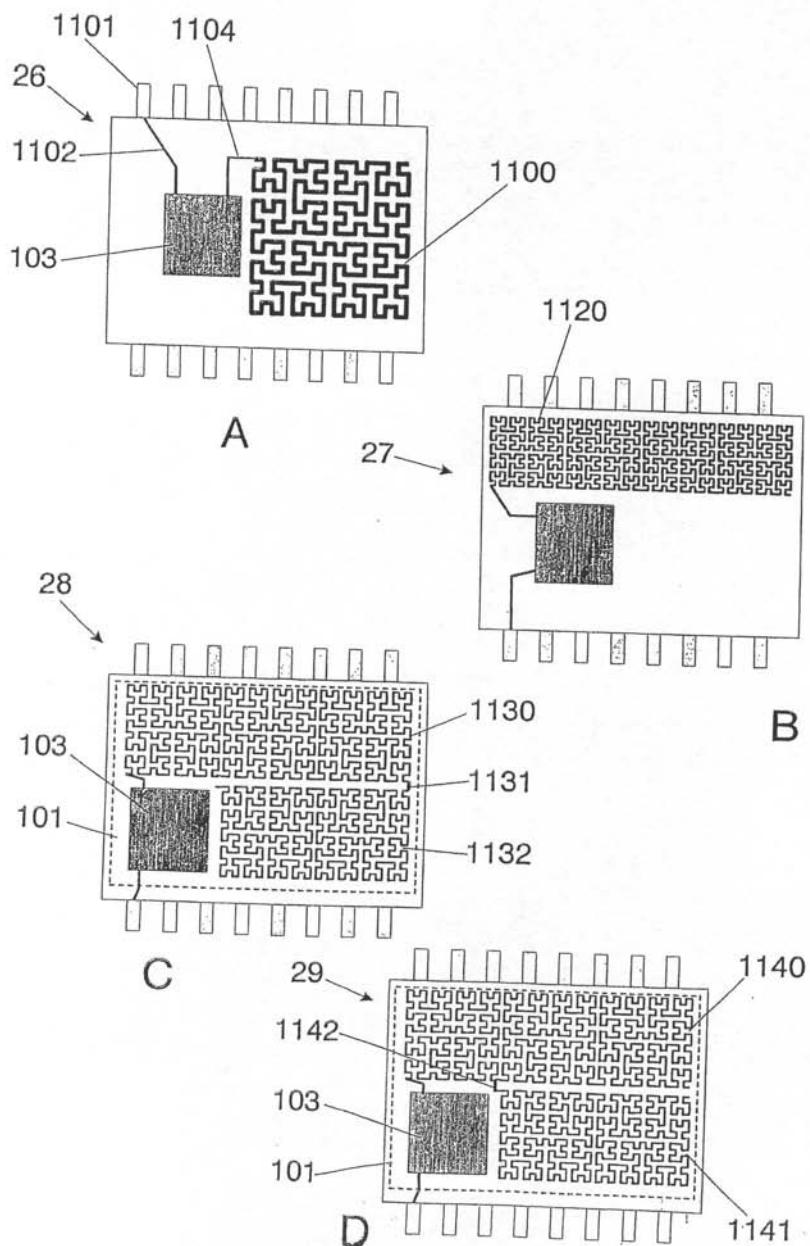
【図 9 B】



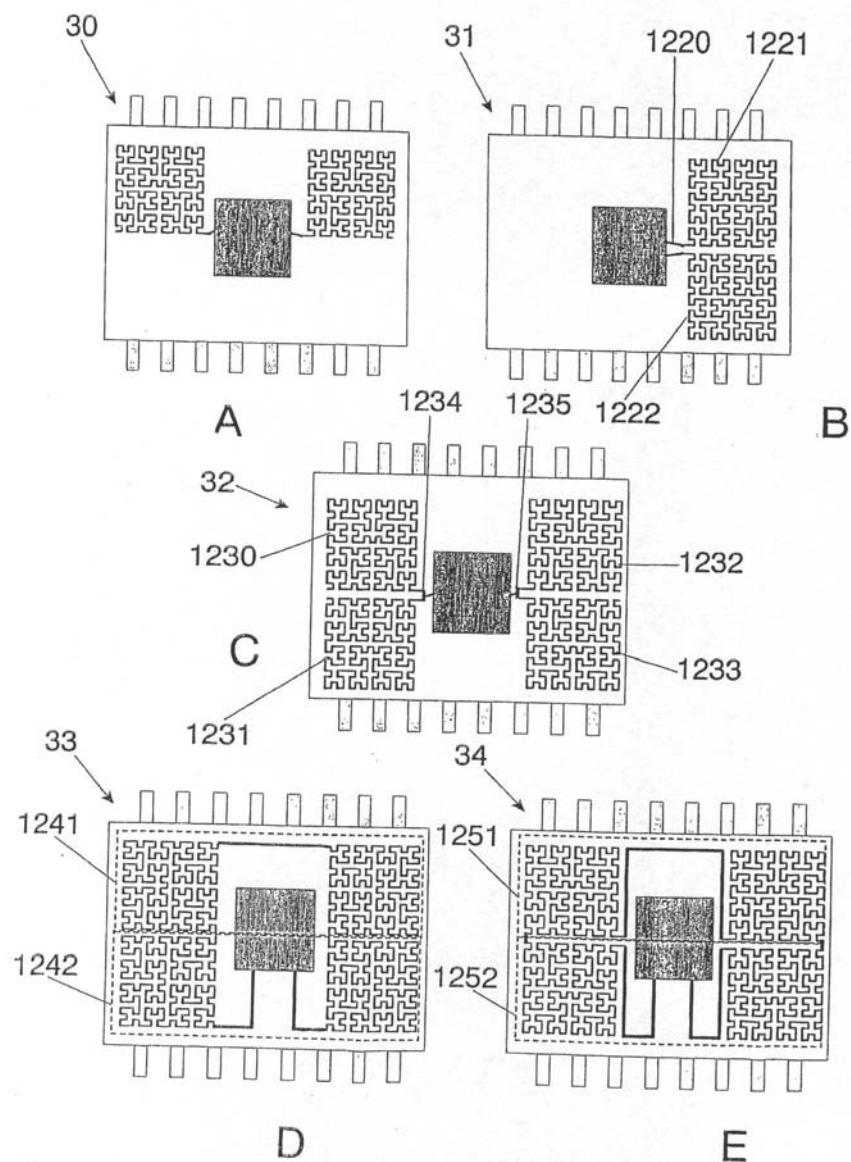
【図 10】



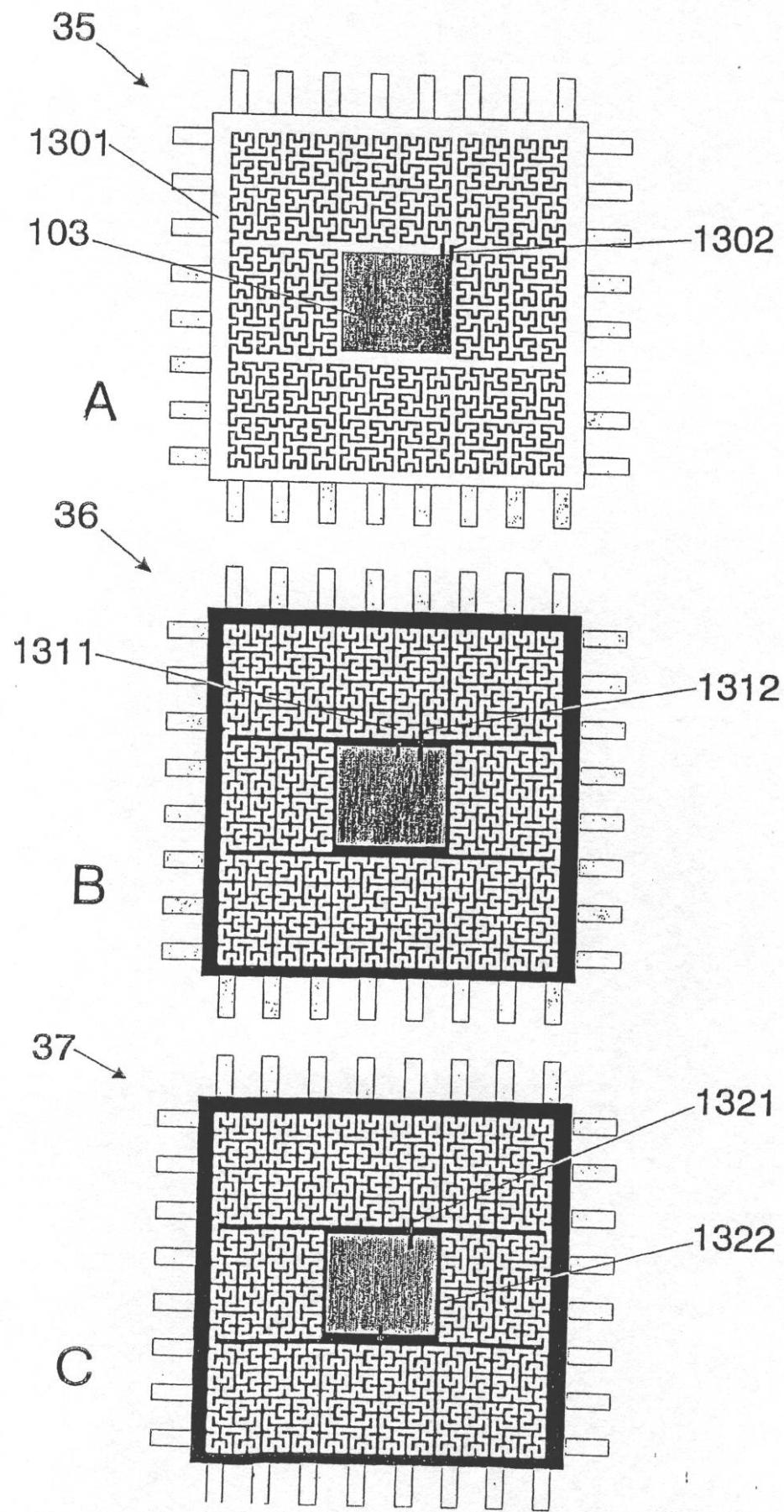
【図 11】



【図12】

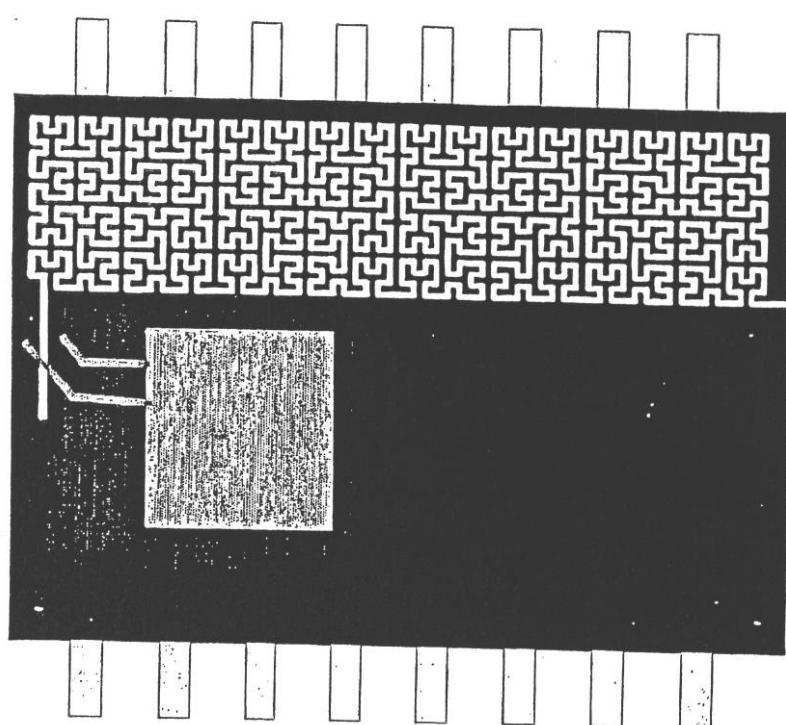


【図 13】



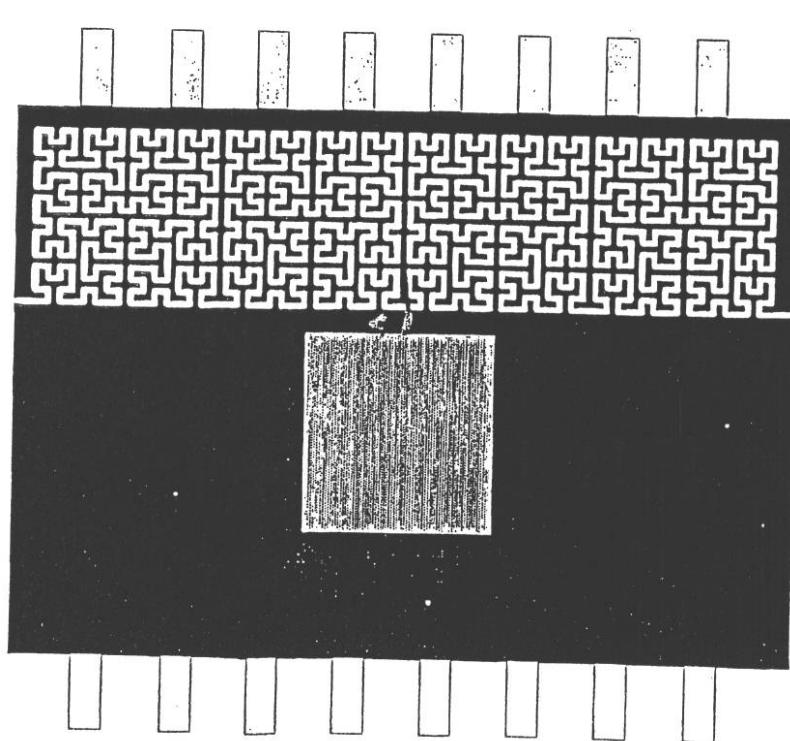
【図 14 A】

38

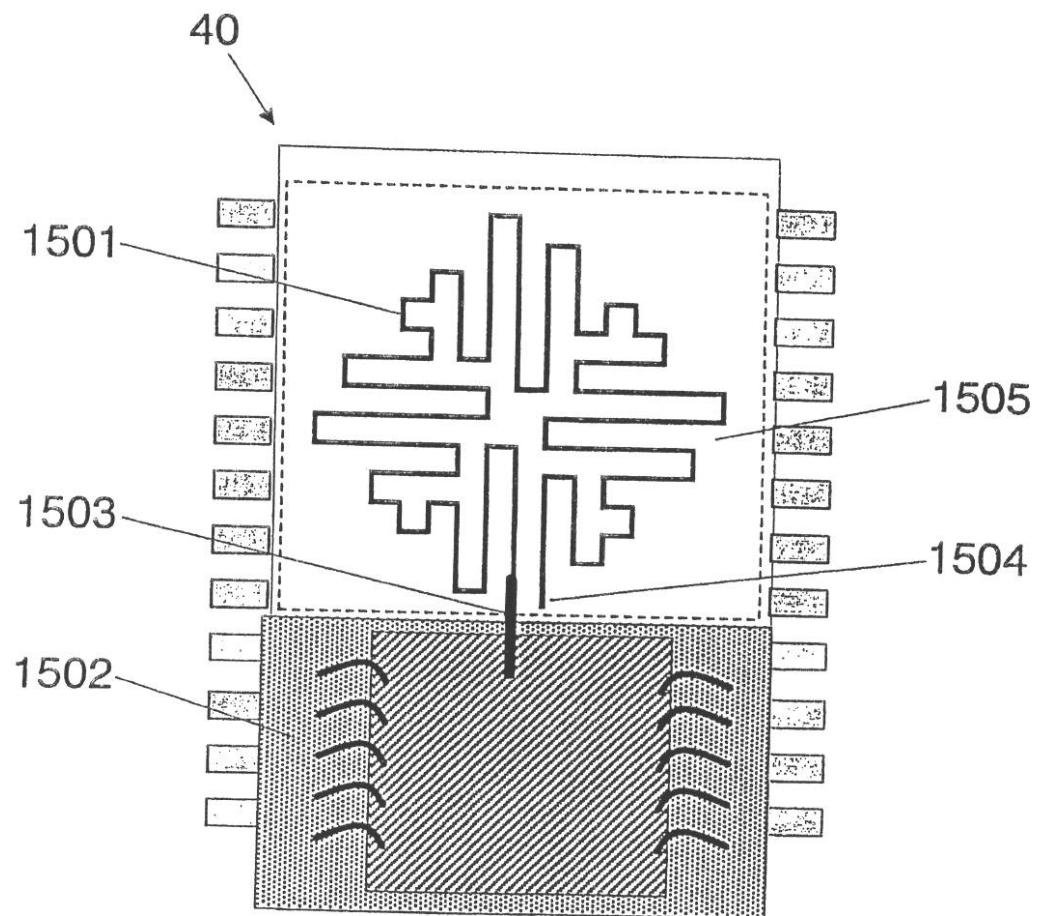


【図 14 B】

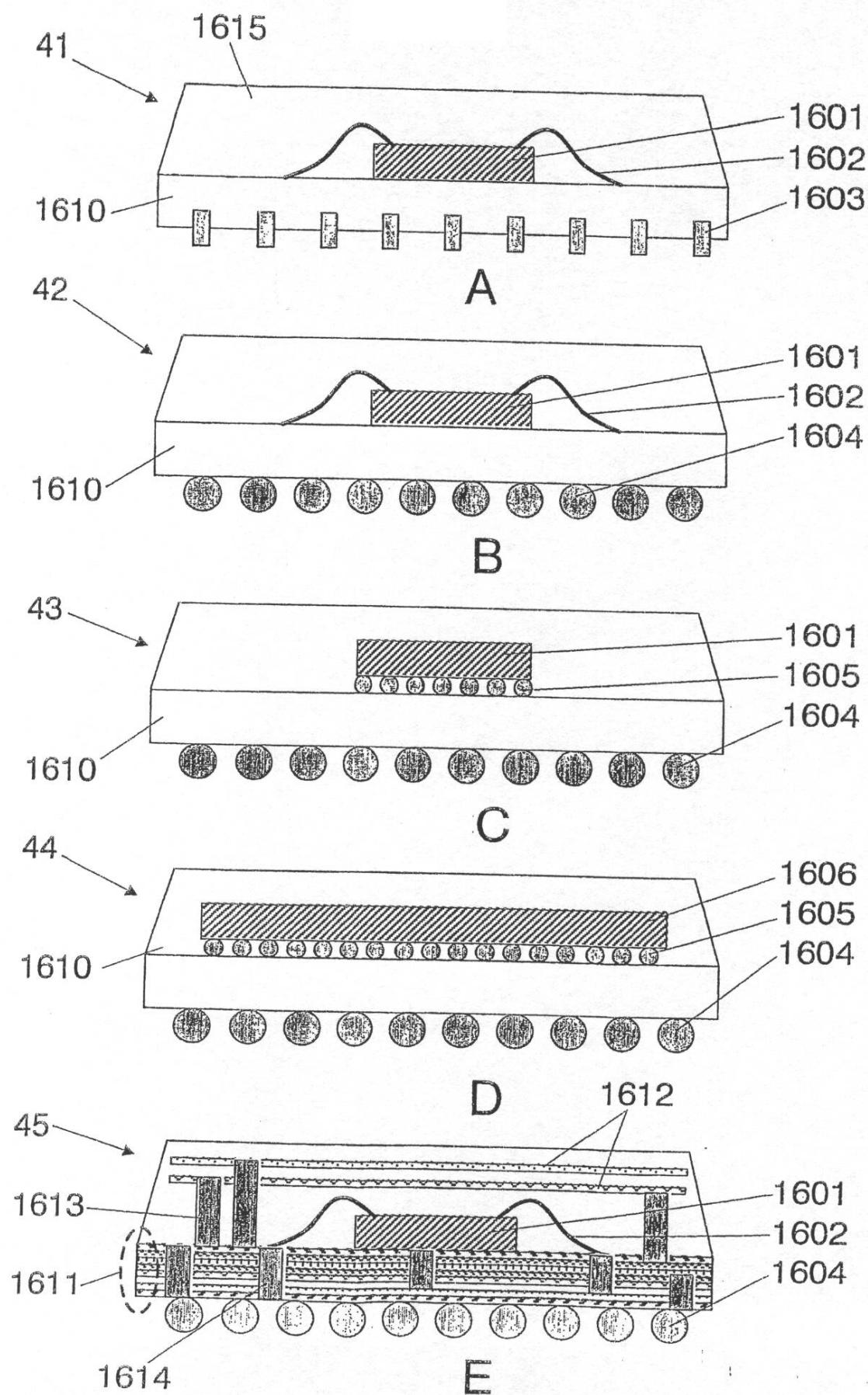
39



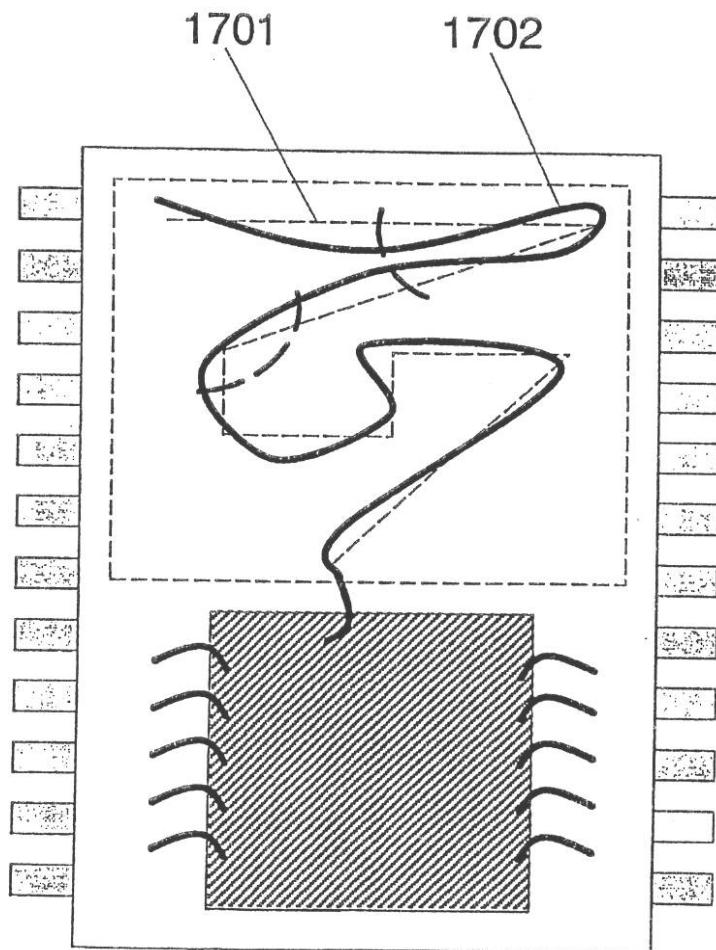
【図15】



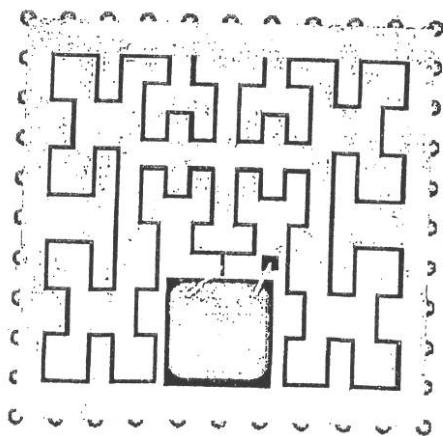
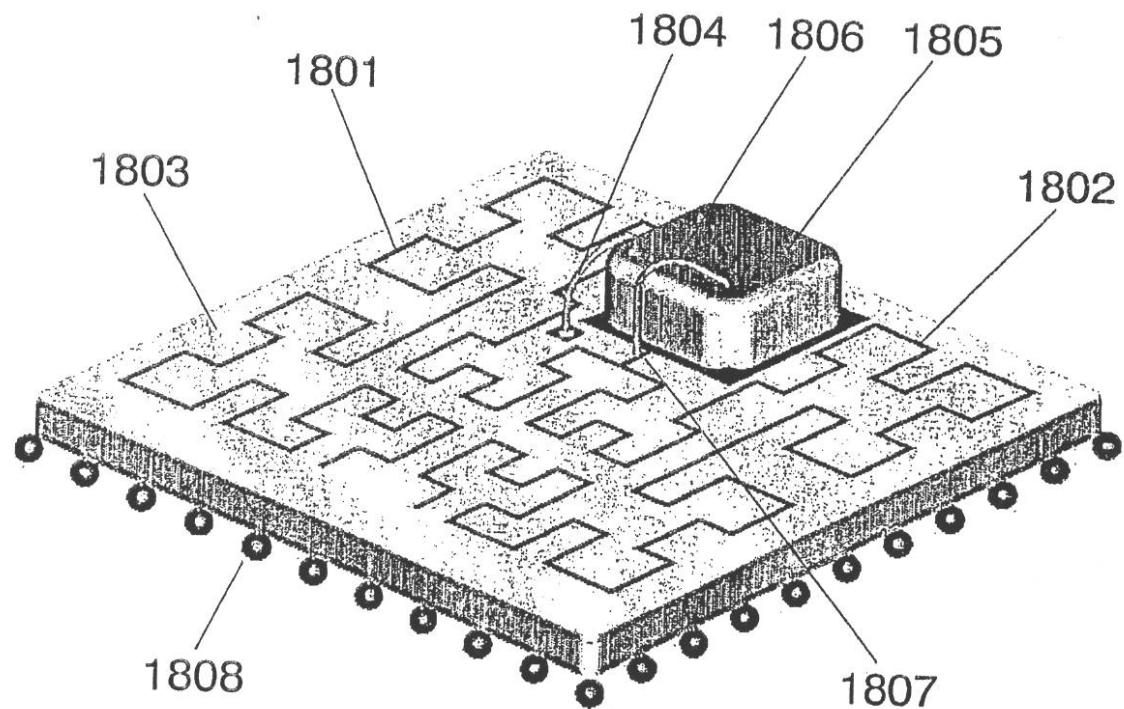
【図16】



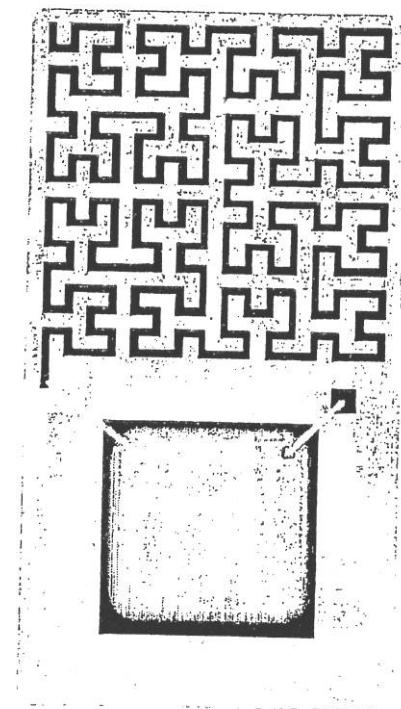
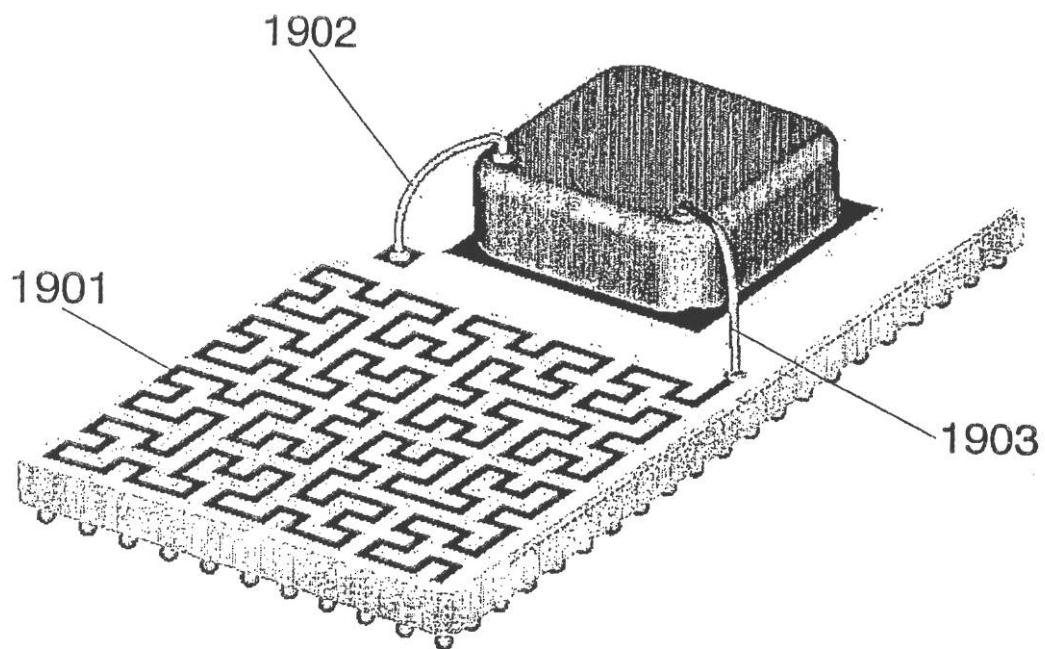
【図17】



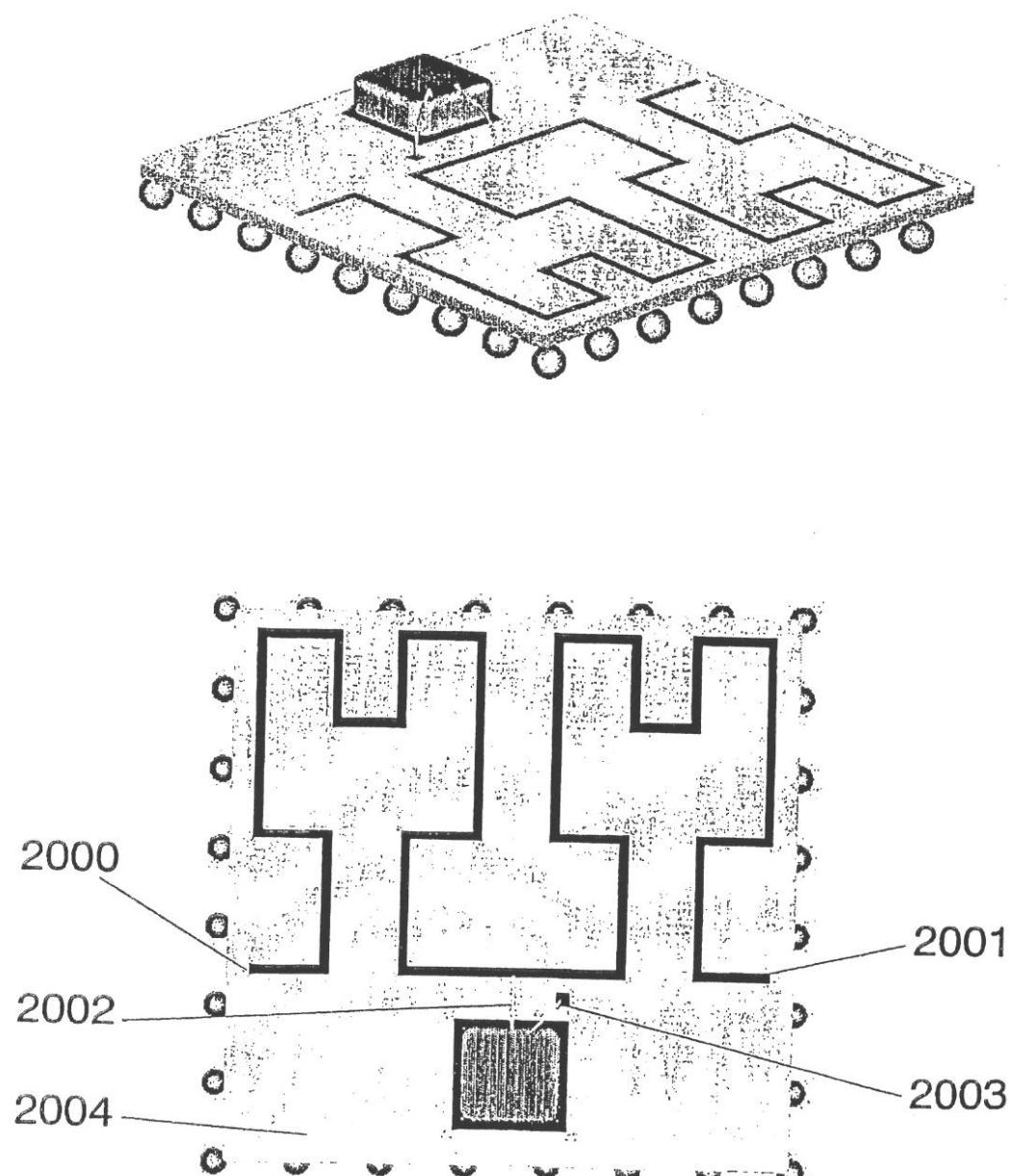
【図18】



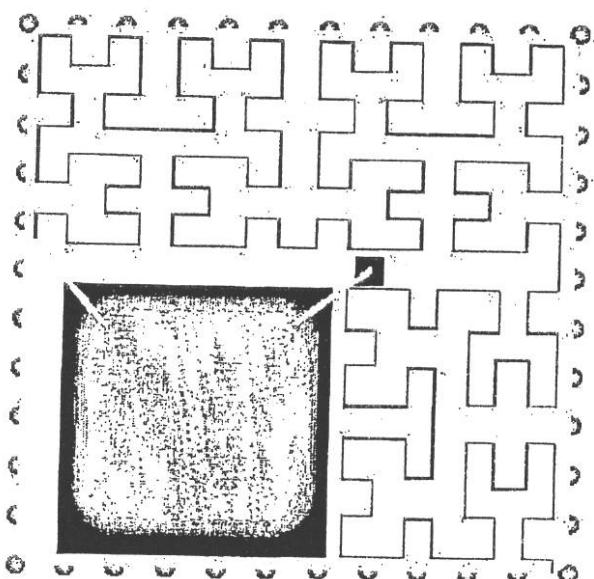
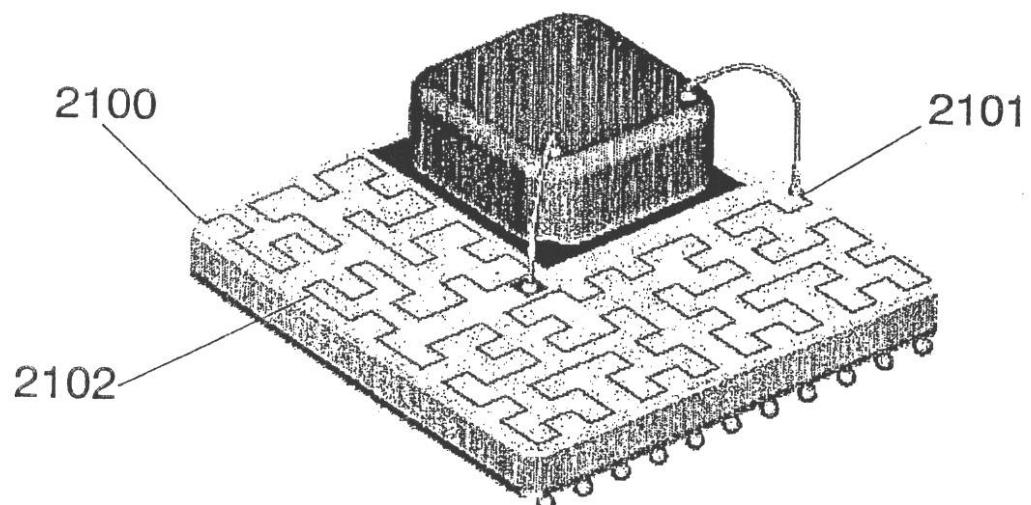
【図19】



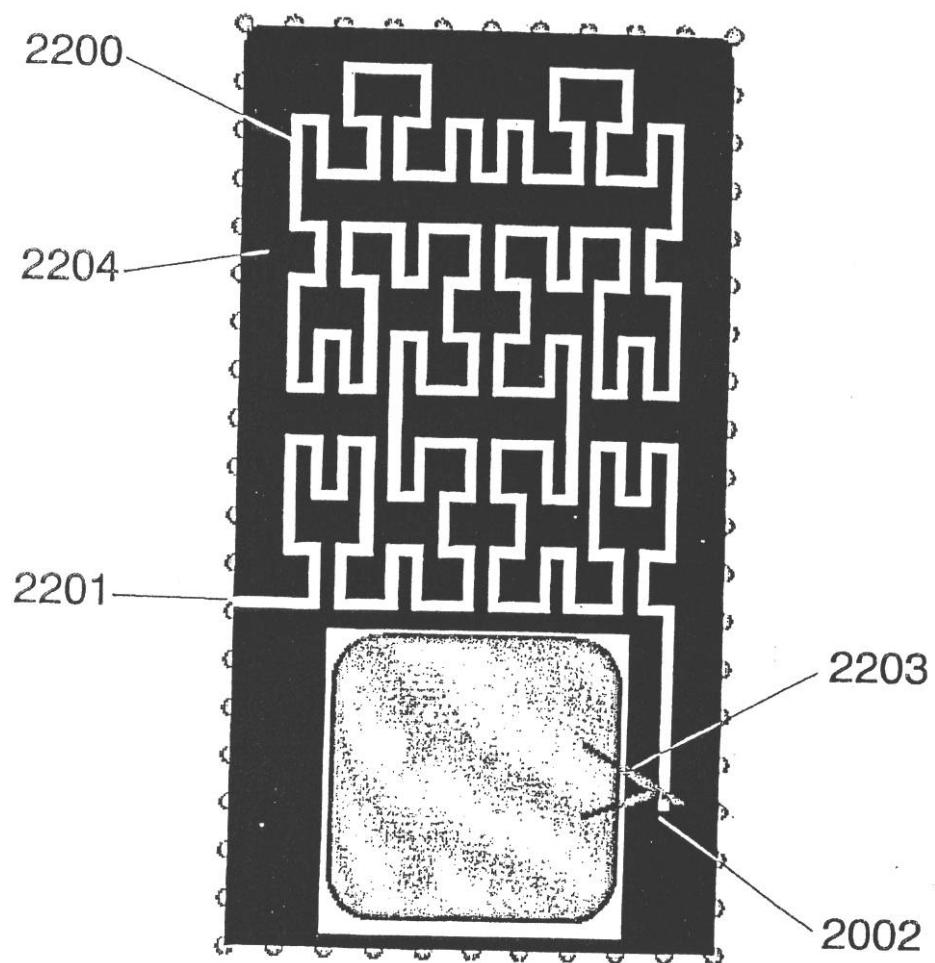
【図 20】



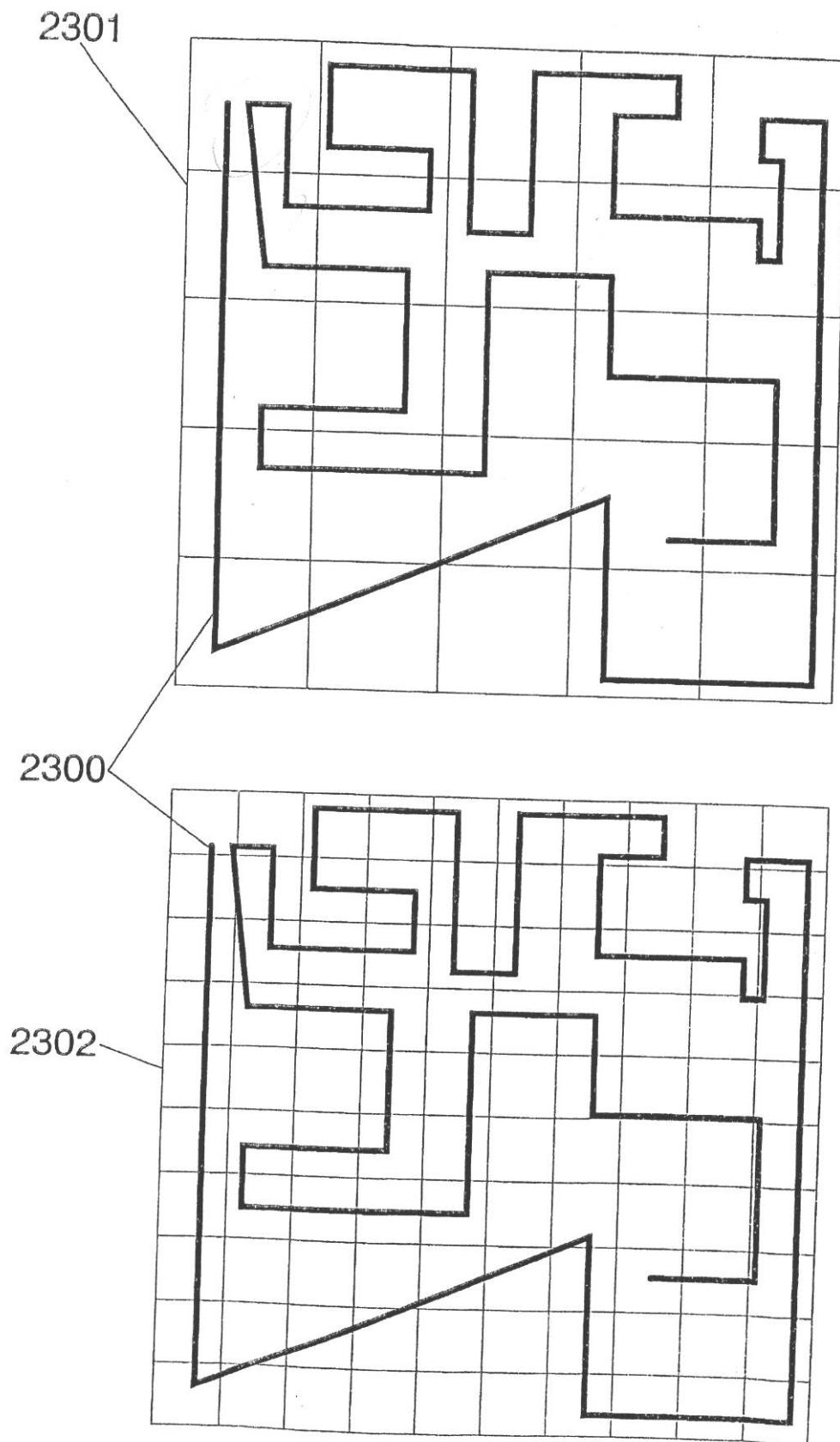
【図 21】



【図 22】



【図 2 3】



【手続補正書】

【提出日】平成20年8月29日(2008.8.29)

【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】

集積回路パッケージであって、

各々が少なくとも1つの層を含む少なくとも1つの基板と、

少なくとも1つの半導体ダイと、

少なくとも1つの端子と、

前記集積回路パッケージ内ではあるが、前記半導体ダイのいずれの上にも配置されていないアンテナであって、該アンテナは導電パターンからなり、少なくともその一部が曲線を含み、該曲線が少なくとも5つのセグメントからなり、前記少なくとも5つのセグメントの各々が、前記曲線内の隣接するセグメントと 180° 以外の角度を形成し、前記セグメントの内少なくとも3つは、前記アンテナの最長自由空間動作波長の $1/10$ よりも短い、アンテナと

を備えており、

前記少なくとも5つのセグメントの各々と隣接するセグメントにより形成される角度の内、少なくとも2つの角度は 115° 未満であり、

前記曲線は、放射アームの一部、又は放射ループの周囲の一部を構成しており、

前記導電パターンは、矩形エリアの内側に收まり、前記矩形エリアの最も長い辺が、前記アンテナの最長自由空間動作波長の $1/5$ 未満であり、

前記矩形エリアの50%以上が、前記アンテナを構成する導電パターンの上又は下にある導電材料と重なっていない

ことを特徴とする集積回路パッケージ。

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 01Q 1/36 (2006.01) H 01Q 1/36

(74)代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男
(74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
(74)代理人 100096068
弁理士 大塚 住江
(72)発明者 ソレル・カスター, ホルディ
スペイン国 08302 マタロ(バルセロナ), 19-21 アティク, セ/フライ・ルイス・デ
・レオン
(72)発明者 アンギュエラ・プロス, ジャウメ
スペイン国 12500 ヴィナロス(カステロ), ペ・プラスコ・イバネス・エネ。 15 2°
(72)発明者 プエンテ・バリアルダ, カルレス
スペイン国 08036 バルセロナ, セ/ロンドレス, 57 4° 2ア
(72)発明者 ボルジャ・ボラウ, カルメン
スペイン国 08024 バルセロナ, テヴェラ・デ・ダルト, 67
F ターム(参考) 5J021 AA01 AB02 AB05 AB06 HA10 JA07 JA08
5J045 AB05 DA06 DA08 NA01
5J046 AA07 AB06 AB07 AB08 AB11 AB13 PA01 PA07