(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2004 年10 月21 日 (21.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/090838 A1

(51) 国際特許分類[6]: G09B 9/08, A63F 9/22

(21) 国際出願番号: PCT/JP1997/000442

(22) 国際出願日: 1997 年2 月19 日 (19.02.1997)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願8-56997 1996 年2 月20 日 (20.02.1996) JP

(71) 出願人 および
(72) 発明者: 中島信貴 (NAKAJIMA, Nobutaka) [JP/JP]; 〒224 神奈川県横浜市都筑区中川1-2 C-1006 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 布施 行夫, 外(FUSE, Yukio et al.) ; 〒167 東京都杉並区荻窪五丁目26番13号 荻窪TMビル2階 Tokyo (JP).

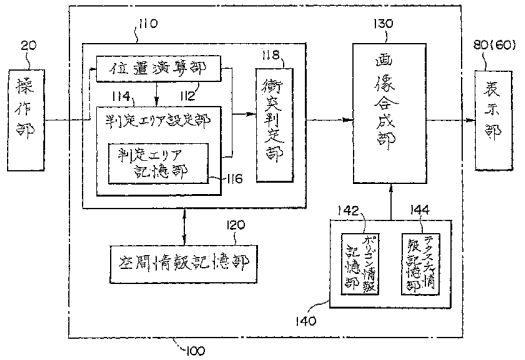
(81) 指定国 (国内): US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書
— 米国特許商標庁により2004 年10 月3 日 (03.10.2004) に一連番号6128018 として付与された国際出願に基づく特許の発行に 基づいた、条約第６４条(3)(c)(ii) に規定された公開。

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SIMULATOR AND INFORMATION STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: シミュレーション装置及び情報記憶媒体



20 ... operating unit
80 (60) ... display unit
112 ... position computing unit
114 ... judging-area setting unit
116 ... judging area storage unit
118 ... collision judging unit
120 ... space information storage unit
130 ... image synthesizing unit
142 ... polygon information storage unit
144 ... texture information storage unit

(57) Abstract: Disclosed is a simulator capable of making a decision on the collision of a moving object with a displayed object with a small quantity of data and a computing load. An information storage medium is also disclosed. The simulator comprises a judgment-area setting unit (114) for setting a judgment area which specifies a three-dimensional space for use in making the judgment on the occurrence of collision according to part or the whole of the shape of an object of collision, and a collision judging unit (118) for judging whether or not a collision will occur based on whether or not the moving object is in the judgment area. When the judgment-area setting unit (114) sets a negative hit area which specifies a non-collision area as the aforementioned judgment area, the collision judging unit (118) judges that no collision will occur. When the judgment-area setting unit (114) sets a judgement area so that the negative hit area and a positive hit area which specifies a collision area at least overlap, the collision judging unit (118) judges whether or not a collision will occur according to a predetermined rule when the moving object is in the aforementioned overlap area.

[続葉有]

WO 2004/090838 A1

(57) 要約:

移動オブジェクトと他の表示物の衝突判定行う場合、少ないデータ量及び演算負荷で衝突判定を行うことの可能なシミュレーション装置及び情報記憶媒体である。前記衝突対象オブジェクトの一部又は全部の形状に基づき衝突判定用の３次元空間を特定する判定エリアを設定する判定エリア設定部（１１４）と、前記移動オブジェクトの位置が前記判定エリアに属するか否かに基づき衝突の有無を判断する衝突判定部（１１８）とを含む。前記判定エリア設定部（１１４）が前記判定エリアとして非衝突領域を特定するネガティブヒットエリアを設定した場合、前記移動オブジェクトの位置がネガティブヒットエリアに属する場合には、衝突判定部（１１８）は衝突無しと判定する。また、前記判定エリア設定部（１１４）が前記ネガティブヒットエリアと、衝突領域を特定するポジティブヒットエリアの少なくとも一部が重複するように判定エリアを設定した場合、前記移動オブジェクトの位置が前記重複エリアに属する場合には、前記衝突判定部（１１８）は、所定のルールに基づき衝突の有無を判定する。

明 細 書

シミュレーション装置及び情報記憶媒体

［技術分野］

本発明は、シミュレーション装置及び情報記憶媒体に関し、特に移動オブジェクトと他のオブジェクトの衝突判定を行うシミュレーション装置及び情報記憶媒体に関する。

［背景技術］

従来より、ディスプレイ上に表示されるゲーム画面を見ながら、仮想３次元ゲーム空間内で、プレーヤがプレーヤ移動体等を操縦するゲーム装置が知られている。この様なゲーム装置ではプレーヤ移動体が他の移動体や建造物、壁等の障害物に衝突したときのゲーム演出を行うために、障害物との衝突判定を行う必要がある。この種のゲームでは、前記障害物との衝突判定をどのようにして行うかがゲームの面白さを左右する重要な要因となるため、正確な衝突判定が必要である。

この様な衝突判定は、プレーヤ移動体が２次元的に移動するドライブゲーム等では、容易である。すなわちドライブゲーム等では、衝突判定において高さが問題になる場合はまれで、通常はコースの両側に存在する障害物や、前後左右を通行する他のレーシングカーとの衝突判定を２次元的に行えばよいため、判定対象は極めて限定されたものとなるからである。

しかし、プレーヤ移動体が飛行機等の３次元空間を自由に飛行する移動物である場合、その移動経路はほぼ無限に設定出来る。このような場合正確な衝突判定を行うためには、プレーヤ移動体と３次元空間内に存在する多数の障害物との間で前後左右上下の３次元的な衝突判定が必要となる。このため、ＣＰＵの演算負荷が飛躍的に増大する。同様の問題が３次元的なヒットチェックが必要なシューティングゲームについても生じる。

この様なヒットチェック又は衝突判定を行う場合、仮想３次元空間の障害物そのものに対して前記衝突判定を行うとデータ量の増大及び演算負荷の増大が著しくなる。そこで各障害物と近似する形態の判定エリアを設定して、移動体の位置が前記判定エリアの内外のいずれにあるかで衝突の有無を判定することが行われ

ている。少ないデータで特定でき、かつ判定のための演算負荷が少なくなるような判定エリアを設定して衝突判定を行うことでデータ量の軽減及び演算負荷の軽減を図るためである。

前記判定エリアとしては、通常、直方体の判定エリア（以下ヒットボックスという）が用いられていた。直方体は、少ないデータで特定でき、かつ判定のための演算負荷が少なくなるという利点を備えているからである。ヒットボックスを用いて衝突判定を行う場合、移動体又は弾丸等の位置が、前記ヒットボックスの内側になった場合にヒット又は衝突したと判定する。

例えば第７図に示すように、移動体が家３１０に衝突したか否か判定する際は、家３１０に近似したヒットボックス３００を設定する。そして、移動体の位置が前記ヒットボックス３００の内側になれば衝突したと判定する。

ところが、複雑な形状のオブジェクトの判定エリアを直方体で近似する場合、正確な衝突判定を行うためには、複数の直方体を組み合わて判定エリアを設定する必要がある。従って、判定エリアを設定する際、多くのヒットボックスが必要となり、演算負荷の増大を招くという問題があった。

また、障害物であるオブジェクトの判定エリアを設定する際、一般には前記オブジェクトが直線的で単純な形状であるほど判定エリアの設定は容易となる。しかし、例えば第１３図Ａに示すように直線的で単純な形状のものでも、移動体がヒットボックスの内側になった場合にヒット又は衝突したと判定する方法では、データ量及び演算負荷が増大する場合もある。

[発明の開示]

本発明はこの様な課題に鑑みてなされたものであり、移動オブジェクトと他のオブジェクトの衝突判定を行う場合、少ないデータ量及び演算負荷で衝突判定を行うことの可能なシミュレーション装置及び情報記憶媒体を提供することである。

本発明は、仮想３次元空間内を移動する移動オブジェクトと前記仮想３次元空間内に存在する衝突対象オブジェクトとの衝突演算を行うシミュレーション装置であって、前記衝突対象オブジェクトの一部又は全部の形状に基づき衝突判定用の３次元空間を特定する判定エリアを設定する判定エリア設定手段と、前記移動オブジェクトの位置が前記判定エリアに属するか否かに基づき衝突の有無を判断

する衝突判定手段とを含み、前記判定エリア設定手段は、前記判定エリアとして非衝突領域を特定するネガティブヒットエリアを設定し、前記衝突判定手段は、前記移動オブジェクトの位置がネガティブヒットエリアに属する場合には衝突無しと判定することを特徴とする。

移動オブジェクトとは、例えば飛行機や弾丸等の移動物をさし、衝突対象オブジェクトとは、移動オブジェクトが衝突する可能性のあるオブジェクト、例えば他の飛行機等の移動物及び建造物や地形等の固定物をさす。

また、判定エリアとは、前記移動オブジェクトが前記衝突対象オブジェクトに衝突したか否か判定する際に、データ量の軽減及び演算負荷の軽減を行うために設定するエリアである。衝突対象オブジェクトそのものに対して衝突判定を行うと、データ量の増大及び演算負荷の増大が著しくなるため、衝突対象オブジェクトの形状に近似した判定エリアを設定して衝突判定を行うのである。

この様な判定エリアは、１の立体で構成してもよいし、複数の立体の組み合わせて構成してもよい。いずれにしても各立体の形状は、少ないデータで特定でき、かつ判定のための演算負荷が少なくなるという利点を備えていることが好ましい。このため、直方体や球、円柱等の少ないデータで特定可能な立体、またはそれらの組み合わせとして判定エリアを設定することが好ましい。

通常、移動オブジェクトが判定エリアに属していれば衝突したと判定する積極的な判定領域（以下ポジティブヒットエリアという）として、判定エリアが設定される。しかし例えば衝突対象オブジェクトが真中に穴のあいたドーナッツ状の形状をしている場合や、非衝突領域が衝突領域にかこまれている場合（例えば、トンネルや洞窟の中等）、判定エリアを特定するための立体数が増えデータ量及び演算負荷が増大する場合がある。また、ポジティブヒットエリアのみでは判定エリアの設定自体が困難な場合もある。

従って本発明では、消極的な判定領域であるネガティブヒットエリアを設定し、移動オブジェクトが前記ネガティブヒットエリアに属していれば衝突していない旨の判定を行う。

この様にすることにより、判定エリアを構成する立体数を減らすことが可能となり、衝突判定に伴うデータ量の削減及び演算負荷の軽減を図ることが出来る。

なお、トンネルや洞窟の中等での内壁への衝突判定等の特殊な判定においては、ネガティブヒットエリアに属していない旨のみの検出で衝突を判定出来る場合もある。しかし、前記ネガティブヒットエリアに属していなければ衝突している旨の判定を行うとは限らない。

本発明の前記判定エリア設定手段は、前記判定エリアとして、非衝突領域を特定するネガティブヒットエリアと、衝突領域を特定するポジティブヒットエリアと、を少なくとも一部が重複するように組み合わせて設定し、前記衝突判定手段は、前記移動オブジェクトの位置がネガティブヒットエリアのみに属する場合は衝突無しと判定し、前記移動オブジェクトの位置がポジティブヒットエリアのみに属する場合は衝突有りと判定し、前記移動オブジェクトが前記ネガティブヒットエリアとポジティブヒットエリアの重複するエリアに属する場合は所定のルールに基づき衝突の有無を判定することを特徴とする。

ネガティブヒットエリアとポジティブヒットエリアを組み合わせて衝突判定を行う場合は、両エリアが重複していない場合は、属しているエリアに基づき判定を行う。

重複している場合は、ネガティブヒットエリアをポジティブヒットエリアより優先度の高い判定エリアとして衝突判定を行う。但し両エリアの重複の態様によっては、ポジティブエリアを優先して判定を行うよう設定してもよい。

この様に、判定エリアをネガティブヒットエリアとポジティブヒットエリアの組み合わせとして設定すると、判定エリアを構成する立体数を減らすことが出来、衝突判定に伴うデータ量の削減及び演算負荷の軽減を図ることが出来る。

本発明の前記判定エリア設定手段は、判定エリアを複数の立体の組み合わせて設定することを特徴とする。

このようにすると、単純な立体の組み合わせて複雑な形状の判定エリアを構成することができる。従って、衝突判定に伴うデータ量の削減及び演算負荷の軽減を図ることが出来る。

本発明の前記判定エリア設定手段は、判定エリアを直方体又は複数の直方体の組み合わせとして設定することを特徴とする。

判定エリアを構成する立体の形状としては、少ないデータで特定でき、かつ判

定のための演算負荷が少なくなるという利点を備えている直方体が最も好ましい。少ないデータで特定出来るという点では、球等も同様であるが、直方体の場合判定のための演算が加減算のみで可能となるため、衝突判定に伴う演算負荷の軽減を図ることが出来る。

本発明の前記判定エリア設定手段は、ネガティブヒットエリア及びポジティブヒットエリアの少なくとも一方について、同種類のヒットエリアを構成する複数の立体の少なくとも一部が重複するよう組み合わせて判定エリアを設定することを特徴とする。

同種類のヒットエリアを構成する立体とは、ネガティブヒットエリアのみを構成する立体又はポジチティブヒットエリアのみを構成する立体をいう。このような同種類のヒットエリアを構成する立体が重複するよう判定エリアを設定することにより、少ない立体の組み合わせで複雑な形状の判定エリアを設定することができ、データ量の削減及び判定のための演算負荷の削減を図ることが出来る。

本発明の前記判定エリア設定手段は、判定エリアを構成する直方体の互いに平行でない３辺が、仮想３次元空間のワールド座標系のいずれかの座標軸とそれぞれ平行となる位置を基準状態とし、前記基準状態又は基準状態に対してワールド座標系の１又は２の座標軸に対して直方体を回転させて判定エリアを設定することを特徴とする。

また本発明の前記判定エリア設定手段は、判定エリアを構成する直方体の互いに平行でない３辺が、仮想３次元空間の当該衝突対象オブジェクトのボディ座標系のいずれかの座標軸とそれぞれ平行となる位置を基準状態とし、前記基準状態又は基準状態に対して前記ボディ座標系の１又は２の座標軸に対して直方体を回転させて判定エリアを設定することを特徴とする。

衝突判定を行う場合は、判定エリアを構成する直方体が基準状態にあると、衝突判定のための演算が加減算のみで可能となり、衝突判定に伴う演算負荷を軽減することが出来る。ところが、衝突対象オブジェクトの形状によっては、基準状態の直方体のみでは、判定エリアの設定が困難な場合がある。このような場合、本発明のように判定エリアを設定することにより、衝突判定に伴う演算負荷を軽減することが出来る。

すなわち、ワールド座標系の座標値を用いて衝突判定を行う場合は、基準状態に対してワールド座標系の１又は２の座標軸に対して直方体を回転させて判定エリアを設定すると、前記加減算に加えて、回転に対応する座標変換を行うことにより衝突判定を行うことが出来る。

また、ボディ座標系の座標値を用いて衝突判定を行う場合は、基準状態に対してボディ座標系の１又は２の座標軸に対して直方体を回転させて判定エリアを設定すると、前記加減算に加えて、回転に対応する座標変換を行うことにより衝突判定を行うことが出来る。

いずれの場合も、回転に対応する座標変換を追加するのみでよいため、衝突判定に伴う演算負荷を軽減することが出来る。

本発明の前記判定エリア設定手段は、複数の直方体を組み合わせて判定エリアを設定する際、１の直方体を構成する互いに平行でない３辺のいずれかの１辺と他の直方体を構成する互いに平行でない３辺のいずれかの１辺をどのように組み合わせても全て非平行となるように判定エリアを設定する。

この様にすると、組み合わせる立体は同じでも、多様な形状の判定エリアの設定が可能となる。例えば、直方体を回転させて組み合わせることにより、重複部分の形状を三角柱等の形状として設定することができる。

また本発明の前記判定エリア設定手段は、前記判定エリアの情報が予め設定されている判定エリア記憶手段を含むよう構成してもよい。

この様にすると、衝突演算時には予め設定されている判定エリアを用いて、判定演算を行えばよいため、判定エリアを設定するための演算が不要となる。従って、演算負荷を軽減し、処理時間を短縮することが出来る。

本発明は、前記衝突判定手段が衝突の有無を判断する際に用いる前記移動オブジェクトの移動位置及び移動位置を決定するための移動条件の少なくとも一方を入力する入力手段と、前記衝突判定手段の判定結果に基づき、表示部に表示する前記仮想３次元空間のシミュレーション画面を合成する画像合成手段と、をさらに含むことを特徴とする。

ここにおいて移動位置又は移動位置を決定するための条件を入力するとは、例えば移動オブジェクトが飛行機等の乗り物である場合は、操作者が入力手段を用

いて該乗り物を操縦する場合や、シューティングゲーム等で弾丸を発射する場合を含む。

この様にすると、入力された移動位置又は移動条件によって決定される移動オブジェクトの衝突演算のデータ量及び演算負荷を軽減し、衝突結果を反映したシミュレーション画面を表示することが出来る。

[図面の簡単な説明]

第１図は、本実施例にかかるゲーム装置の構成の一例を示す図である。

第２図は、本実施例のゲーム装置の構成を示す機能ブロック図である。

第３図は、人力飛行機の位置及び姿勢と、位置情報及び方向情報との関係を示す図である。

第４図は、本実施例にかかるゲーム装置の空間情報記憶部に記憶される情報を示す図である。

第５図は、本実施例にかかるゲーム装置の画像合成処理を説明する図である。

第６図は、本実施例にかかるゲーム装置の表示画面を示したものである。

第７図は、判定エリアの作成例を示した図である。

第８図Ａ、第８図Ｂ、第８図Ｃは、判定エリアの作成例を示した図である。

第９図Ａ、第９図Ｂ、第９図Ｃは、判定エリアの作成例を示した図である。

第１０図Ａ、第１０図Ｂ、第１０図Ｃ、第１０図Ｄは、判定エリアの作成例を示した図である。

第１１図Ａ、第１１図Ｂは、判定エリアの作成例を示した図である。

第１２図は、判定エリアの作成例を示した図である。

第１３図Ａ、第１３図Ｂは、判定エリアの作成例を示した図である。

第１４図Ａ、第１４図Ｂ、第１４図Ｃは、判定エリアの作成例を示した図である。

第１５図は、判定エリアの作成例を示した図である。

第１６図は、ゲーム装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

第１７図Ａ、第１７図Ｂ、第１７図Ｃは、本実施例の人力飛行機に乗った仮想プレーヤの所定ポイントを表したポリゴン図である。

[発明を実施するための最良の形態]

本発明の好適な実施例を、人力飛行機に乗り３次元ゲーム空間内を自由に飛行するゲーム装置を例にとり説明する。

第１図には実施例のゲーム装置の外観図が示されている。実施例のゲーム装置は、ほぼＬ字状に形成されたハウジング７０上に、操作部２０と、ディスプレイ６０とが配置されている。

前記操作部２０は、人力飛行機の操縦席をイメージして形成されており、プレーヤＰがサドル５０に座り、ハンドル３０を両手で操作し人力飛行機を操作し、さらにペダル４０をこぎながら人力飛行機の推力を入力するように構成されている。

前記ディスプレイ６０は、サドル５０に座ったプレーヤＰの正面に位置するように配置され、ここに３次元ゲーム空間内を人力飛行機が飛行するゲーム画面２００が表示される。

第６図には当該ゲーム装置１０のディスプレイ６０に表示されるゲーム画面の一例２００が示されている。プレーヤＰが前記操作部２０を操作することにより、ゲーム画面上の人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０は、該ゲーム画面に示されるゲームステージの仮想３次元空間内の飛行を行う。該空間内にはポイントバルーン２３０と呼ばれる風船のようなオブジェクトが配置されており、仮想プレーヤが乗った人力飛行機２１０がこのポイントバルーン２３０に接触すると、ポイントバルーン２３０にかかれたポイントが得られる。プレーヤＰは、この様にしてポイントを獲得しながらゴールをめざす。但し、制限時間内に所定の得点をとってゴールに到着することがそのゲームステージをクリアする条件である。そして前記ゲームステージをクリアすると、難易度の高い新たなゲームステージに進むことができるよう構成されている。

前記各ステージの仮想３次元空間内には建造物や山、洞窟等の複雑な地形が設定されており、人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０は、前記建造物や山、洞窟の壁等の障害物を避けながら飛行しなければならない。

従って、リアリティに富んだゲーム演出を行うためには、これらの障害物と正確な衝突判定を行うことが重要な要因となる。しかし、建造物、地形等の障害物と正確な衝突判定を行うためには、これらの形状を正確に反映した衝突判定が必

要となり、データ量及び演算負荷が増大し、リアルタイムの演算処理が難しくなる。

そこで本ゲーム装置１０では、衝突判定のためのデータ量の軽減及び演算負荷の軽減を行うために、少ないデータで特定でき、かつ判定のための演算負荷が少なくてすむ直方体又は直方体の組み合わせとして障害物の形状を近似する判定エリアを設定して、衝突を判定する構成を採用している。

第２図には、前記ゲーム装置１０の、機能ブロック図が示されている。

実施例の業務用ビデオゲーム装置は、操作部２０と、ゲーム空間演算部１００と、表示部８０とを含む。操作部２０は、第１図に示すハンドル３０、ペダル４０等のプレーヤの操作する部材である。前記ゲーム空間演算部１００は、空間演算部１１０、空間情報記憶部１２０、画像合成部１３０と、オブジェクト画像情報記憶部１４０とを含む。前記表示部８０は、前記ディスプレイ６０を用いて構成されている。

前記空間情報記憶部１２０には、ゲームステージ上に配置される各表示物（人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０やポイントバルーン２３０等の移動物と、トンネル、壁、ビル、立木、洞窟、山等の固定物）の位置情報及び方向情報と後述する判定対象フラグｈｆが記憶されている。

第３図は、移動物である人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０（以下人力飛行機２１０という）の位置及び姿勢と、位置情報（Ｘ，Ｙ，Ｚ）及び方向情報（θ，ϕ，ρ）との関係を示す図である。同図に示すように、本ゲーム装置では、各表示物の基準点ＫＰの位置情報（Ｘ，Ｙ，Ｚ）及び方向情報（θ，ϕ，ρ）が仮想的なゲームステージ（オブジェクト空間）に設けられたワールド座標系（Ｘｗ，Ｙｗ，Ｚｗ）における位置座標及び角度として記憶されて、ゲームステージが構築されている。

こうして設定された各表示物の基準点ＫＰの位置情報（Ｘ，Ｙ，Ｚ）及び方向情報（θ，ϕ，ρ）は第４図に示すようにして空間情報記憶部１２０に記憶される。すなわち、空間情報記憶部１２０にはｉ＋１個のオブジェクトの基準点ＫＰの位置情報（Ｘ，Ｙ，Ｚ）及び方向情報（θ，ϕ，ρ）が、各表示物に割り当てられたオブジェクトナンバーＯＢとともに記憶されている。ここで、特に、オブ

ジェクトナンバーＯＢ０には人力飛行機２１０の本体を表すオブジェクトが割り当てられ、オブジェクトナンバーＯＢ１、ＯＢ２、ＯＢ３はそれぞれトンネル、壁、ビル、立木、洞窟、山やその他のオブジェクトが割り当てられている。

なお判定対象フラグｈｆには、当該表示物が、判定エリア設定部１１４によって判定エリアを設定することにより衝突判定を行うオブジェクト（後述する判定対象障害物）であるか否かを示すフラグが格納されている。

空間演算部１１０は、ＣＰＵ、メモリ等を用いて構成されており、前記操作部２０からの操作信号および所定のゲームプログラムに基づき、人力飛行機２１０が仮想３次元空間内を飛行し、ポイントバルーン２３０をとる演算を行い、その演算結果を画像合成部１３０へ向け出力するものである。

また、前記空間演算部１１０の位置演算部１１２は、上記のようにして記憶されるゲームステージにおける人力飛行機２１０の位置情報（Ｘ，Ｙ，Ｚ）及び方向情報（θ，ϕ，ρ）を、前記操作部２０によって入力される操作信号やゲームプログラム等に従って、所定の時間毎に、１／６０秒毎に書き換えて更新する。例えば、人力飛行機２１０がゲームステージ上をワールド座標のＸ軸方向に姿勢を変えずに移動する様子は、前記空間情報記憶部１２０に記憶された該当するオブジェクトナンバーとともに記憶されている位置情報のＸ座標を、前記空間演算部１１０の位置演算部１１２が移動速度に応じた所定の増分で変更記憶することで表現される。こうして、ゲームステージにおいて人力飛行機２１０が刻々と位置及び方向（姿勢）を変化させていく状況を容易に演出することができる。

ところで、この様にゲームステージ内において人力飛行機２１０が刻々と位置及び方向を変化させていく状況をゲーム画面に表示するためにはどの位置から見た画像を表示するのかという視点位置や視線方向、視野角等の視点情報が必要となる。

本実施例では、人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０の視点位置で画像を表示する１人称の視点表示と、人力飛行機２１０を後方から追従する視点位置で画像を表示する３人称の視点表示を選択出来るように形成されている。この様な視点情報は位置演算部１１２が演算する人力飛行機２１０の位置情報（Ｘ，Ｙ，Ｚ）及び方向情報（θ，ϕ，ρ）に基づき決定される。

この様な視点情報等を含むフレーム情報も前記空間情報記憶部１２０に記憶されている。このフレーム情報も位置演算部１１２が演算する人力飛行機２１０の位置情報（Ｘ，Ｙ，Ｚ）及び方向情報（θ，ϕ，ρ）に基づき空間演算部１１０によって所定時間毎に更新される。この様にして、ゲーム画面には、移動する視点位置からみえる仮想３次元空間を表示した画像がリアルタイムに表示される。

なお、空間演算部１１０の判定エリア設定部１１４及び衝突判定部１１８が行う衝突演算の詳細は後述する。

次に、画像合成部１３０とオブジェクト画像情報記憶部１４０の画像合成の機能について詳しく説明する。

前記オブジェクト画像情報記憶部１４０は、ゲームステージに登場する各表示物の形状及び外観にかかる情報を記憶するものであり、ポリゴン情報記憶部１４２とテクスチャ情報記憶部１４４とを含んでいる。すなわち、本ゲーム装置においては、各表示物はポリゴンの組み合わせによってモデリングされていて、各ポリゴンにはそれぞれの表示物の外観を表すテクスチャがマッピングされる。

前記ポリゴン情報記憶部１４２には、各表示物の形状を表す情報として、該表示物を構成する各ポリゴンの頂点座標と、それぞれのポリゴンにマッピングするテクスチャ情報を読み出す情報とが対応して記憶される。前記頂点座標は各表示物にそれぞれ設けられた座標系（ボディ座標系）における各頂点の位置座標として記憶されている。

前記テクスチャ情報記憶部１４４には、これらのポリゴンにマッピングするテクスチャのテクスチャ情報が記憶される。ここで、テクスチャ情報とは表示物の表面の色や模様等の情報を意味する。

また、前記画像合成部１３０では、前記空間情報記憶部１２０及び前記オブジェクト画像情報記憶部１４０に記憶される情報に従ってゲームステージの情景を表す画像を合成する。具体的には、先ず初めに、第５図に示すように表示物３００を構成するポリゴンを、ワールド座標系（Ｘｗ，Ｙｗ，Ｚｗ）で表現されるゲームステージ上に配置するための演算を行う。すなわち、前記オブジェクト画像情報記憶部１４０のポリゴン情報記憶部１４２には、表示物を構成するポリゴンの位置情報がボディ座標系における座標情報として記憶されている。前記画像合

成部１３０は、これを前記空間情報記憶部１２０に記憶される位置情報（Ｘ，Ｙ，Ｚ）及び方向情報（θ，φ，ρ）に基づいて、平行移動、回転、反転、拡大、縮小等の３次元座標変換を施し、ワールド座標系（Ｘｗ，Ｙｗ，Ｚｗ）での位置座標に変換している。次に、各表示物についてそれを構成するポリゴンを所与の視点を基準とした視点座標系（Ｘｖ，Ｙｖ，Ｚｖ）へ座標変換する処理を行う。その後、クリッピング処理等を施し、スクリーン座標系（Ｘｓ，Ｙｓ）への投影変換処理を行う。そして、こうして得られたスクリーン座標系（Ｘｓ，Ｙｓ）での画像情報に基づいて前記表示部８０はゲーム空間の所定の範囲を画像表示出力する。

次に、衝突判定を行う機能について説明する。仮想３次元空間の障害物と衝突判定を行う場合、障害物そのものに対して衝突判定を行うと、データ量及び演算負荷の増大が著しくなる。そこで、前記障害物の形状に近似した判定エリアを設定し、該判定エリアと衝突判定を行うことが一般的に行われている。この様な判定エリアは、少ないデータで特定でき、かつ判定のための演算負荷が少なくなるような立体またはその立体の組み合わせとして作成することが好ましい。このため、本ゲーム装置１０でも、前述したように直方体又は直方体の組み合わせからなる判定エリアを設定して、前記人力飛行機と前記障害物との衝突判定を行っている。

しかし従来はこのような判定エリアを設定して衝突判定を行う場合、直方体に属していれば衝突したと判定する積極的な判定領域（以下ポジティブヒットボックスという）のみを設定して判定を行なっていた。ところが、障害物の形状を近似した判定エリアを設定するためには、判定エリアを構成する直方体が多数必要となりデータ量及び演算負荷が増大する場合が多いという問題点があった。また、障害物の形状によっては多数の直方体を組み合わせても判定エリアの設定が困難な場合もあった。

そこで本ゲーム装置１０では、判定エリアを設定して衝突判定を行う場合、直方体に属していれば衝突していないと判定する消極的な判定領域（以下ネガティブヒットボックスという）をさらに設定し衝突判定を行うよう構成している。

この様な判定エリアを設定しているのが判定エリア設定部１１４である。判定

エリア設定部１１４は、判定エリア記憶部１１６を含んで構成されている。前記判定エリアは、判定対象となる障害物（以下判定対象障害物という）の形状を近似するように、ポジティブヒットボックス及びネガティブヒットボックスを単独で、又は組み合わせて作成されており、この判定エリア記憶部１１６に、前記作成された判定エリアの情報が記憶されている。

具体的には、判定エリアを構成する１又は複数の直方体の頂点データ（以下頂点データという）と、前記判定対象障害物に対応するオブジェクトナンバーを表すデータと、属性データが記憶されている（これらを判定エリア特定データという）。

前記頂点データは、該判定対象障害物の所定の点を中心とするボディ座標系における頂点座標のデータとして記憶されている。この所定の点とは、後述するように演算負荷を軽減するため、該判定対象障害物に対応する表示物の基準点ＫＰと一致するよう構成されている（以下この点を判定エリア基準点という）。前記判定対象障害物に対応するオブジェクトナンバーとは、前記空間情報記憶部１２０に格納されている該判定対象障害物に対応する表示物のオブジェクトナンバーをさし、各直方体毎にこの情報を有している。

また、属性データとは、該直方体がポジティブヒットボックスであるのかネガティブヒットボックスであるのかを区別するデータであり、直方体毎に１つ有している。ポジティブヒットボックスとは、衝突しているか否か判定すべき点が、その直方体の内部（表面も含む）に属している時、衝突していると判定するために設定された直方体であり、ネガティブヒットボックスとは、前記判定すべき点が、その直方体の内部（表面も含む）に属している時、衝突判定を無効化するために設定された直方体である。後述する衝突判定部１１８は、この属性データに基づき、直方体に属している点の衝突判定を行う。

第７図を用いて判定対象障害物と対応する判定エリアの作成例を説明する。すなわち、判定対象障害物である家３１０の判定エリアを作成する場合、家３１０に近似する１つの直方体３００で、家３１０に対する判定エリア３２０を作成する。このとき、判定エリア基準点Ｏは表示物の基準点ＫＰと一致する点であり、該判定エリア基準点Ｏを原点とするボディ座標系における直方体３００の頂点

（３００－Ｖ１～３００－Ｖ８）の座標データが頂点データとして判定エリア記憶部１１６に記憶されている。さらに属性データとして、該直方体３００がポジティブヒットボックスである旨を示すデータが記憶されており、オブジェクトナンバーを表すデータとして、空間情報記憶部１２０に格納されている家３１０に対応するオブジェクトナンバーを表すデータが記憶されている。

なお、前記判定エリアの作成に際しては、判定エリアを構成する直方体の互いに平行でない３辺が、前記ボディ座標系のいずれかの座標軸とそれぞれ平行となる位置を基準状態（第７図に示したような状態）とした場合、前記基準状態又は基準状態に対してボディ座標系の１座標軸に対して回転させた状態の直方体及びその組み合わせとなるよう判定エリアを作成する。この様に判定エリアを作成することにより、回転に伴う座標変換演算を減らして、判定時の演算負荷を軽減するためである。

判定エリア設定部１１４は、位置演算部１１２が演算した人力飛行機２１０の位置情報に基づき、判定対象障害物のうち人力飛行機２１０の回りの所定範囲内に存在するものを選定する。なお、所定範囲内としたのは、前記障害物選定は、障害物の中心点で行うため、選定漏れが無いようにするためである。

前記選定は以下のようにして行う。まず、判定エリア設定部１１４は、空間情報記憶部１２０の判定対象フラグを見て、該表示物が判定対象障害物か否か判断する。判定対象障害物であれば、該表示物の位置情報に基づき、前記所定範囲内であるか否か判断し、所定範囲内であれば判定エリア設定対象として図示しない一時記憶エリアに判定エリア設定対象となった表示物のオブジェクトナンバー及びその位置情報及び必要な場合は方向情報を格納する。

そして該オブジェクトナンバーに基づき、判定エリア記憶部１１６から、判定エリア特定データを読み出す。さらに、それぞれの判定エリア基準点Ｏを原点とするボディ座標系における位置座標として記憶されている頂点データを、図示しない一時記憶エリアに格納された該オブジェクトナンバーに対応する位置情報に基づき、ワールド座標系の位置座標に変換する。

ここにおいて、判定エリア基準点Ｏを、表示物の基準点と同位置に設定しているため、頂点データと表示物の基準点の座標であるオブジェクトの位置情報（図

示しない一時記憶エリアに格納された位置情報）の加減算を行うことにより、頂点データをワールド座標系における位置座標に変換することが出来る。

なお、各方向情報が０でない場合は、各方向情報に基づき、さらに座標変換を行なう必要がある。

前記判定エリア設定部１１４は、所定の時間毎（通常１／６０秒毎）に前記処理を行い、衝突判定対象データを作成し衝突判定部１１８に渡す。この衝突判定対象データは、１又は複数の直方体のワールド座標系における頂点座標及び該直方体の属性データを含んで構成されている。

衝突判定部１１８は、前記判定エリア設定部１１４から受け取った衝突判定対象データに基づき人力飛行機２１０との衝突判定を行う。このとき、人力飛行機２１０を表すポリゴンの全ての頂点について衝突判定を行うのは、データ量及び演算負荷の増大をもたらすので、所定の判定ポイントについて、衝突判定を行うよう構成されている。

第１７図Ａ～第１７図Ｃは、本実施例の人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０の所定ポイントを表したポリゴン図である。第１７図Ａは、人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０の側面図を、第１７図Ｂは正面図を、第１７図Ｃ平面図を表している。第１７図Ａ～第１７図Ｃに示すように、本実施例の人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０には６つの判定ポイントＰ１～Ｐ６が設けてある。この判定ポイントＰ１～Ｐ６は、人力飛行機２１０に乗った仮想プレーヤ２２０の形状に基づき、最も効率的かつリアリティを損なわないように設定された点であり、いずれかの判定ポイントＰ１～Ｐ６が判定エリアに衝突すれば、衝突していると判定される。

この所定の判定ポイントＰ１～Ｐ６は人力飛行機２１０の基準点を原点とするボディ座標系における位置座標として与えられている。従って前記衝突判定部１１８は、空間情報記憶部１２０に記憶されている人力飛行機２１０に対応するオブジェクトの位置情報及び方向情報を読み出してこの判定ポイントをワールド座標系における位置座標に変換する。

そして、ワールド座標系における位置座標に変換された判定ポイントＰ１～Ｐ６について、前記衝突判定対象データに基づき衝突判定を行う。前述したように、

衝突判定対象データは１又は複数の直方体のワールド座標系における頂点座標及び該直方体の属性データを含んで構成されているため、該直方体の属性データに基づき、これらの直方体と判定ポイントＰ１～Ｐ６との衝突判定を行うことになる。

具体的には、各判定ポイントＰ１～Ｐ６について、まず属性データがポジティブヒットボックスである直方体について、該判定ポイントＰ１～Ｐ６が前記直方体に属する（直方体の表面又は内部にある）かどうか判定する。衝突判定対象データとして受け取ったすべてのポジティブヒットボックスに属するものが無ければ、衝突していないと判定する。また、属するものがあった場合は、前記判定ポイントについて、属性データがネガティブヒットボックスである直方体について、該判定ポイントＰ１～Ｐ６が前記直方体に属する（直方体の表面又は内部にある）かどうか判定する。属するものがあった場合は、衝突していない旨の判定を行い、属するものがない場合は、衝突している旨の判定を行う。この様な判定を各判定ポイントＰ１～Ｐ６について行い、いずれかの判定ポイントＰ１～Ｐ６について衝突している旨の判定があれば、衝突していると判定する。

なお、ＣＰＵにかかる演算負荷を少なくするためには以下のように判定エリアを作成することが好ましい。すなわち、判定エリアを構成する直方体を、基準状態又は基準状態に対して前記ボディ座標系の１の座標軸に対して回転させた状態になるよう作成するとよい。この様にすると、前記方向情報が０である場合、判定ポイントＰ１～Ｐ６が直方体に属しているか否かの判定は、加減算又は加減算と１回の座標変換のみで可能となるからである。

以下本ゲーム装置１０においてポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスを組み合わせた判定エリアの作成について説明する。

オブジェクトの形状を直方体又はその組み合わせで近似して判定エリアを作成する場合、正確な衝突判定を行うためには、通常複数の直方体を組み合わせることが必要となる。しかし前述したように、衝突判定のための演算は、直方体単位で行うため、データ量及び演算負荷を削減するためには、判定エリアを少ない直方体で作成することが重要となる。

本実施例のように、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスを

組み合わせて判定エリアを作成すると、ポジティブヒットボックスのみで判定エリアを作成する場合にくらべ、少ない直方体の組み合わせて判定エリアを作成出来る場合が多い。

まず、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスを重複させて判定エリアを作成する例について説明する。

第８図Ａ～第８図Ｃは、判定エリアの作成例を示した図である。第８図Ａは、直方体に分割する前のオブジェクトを近似した判定エリア３３０の形状を表している。この判定エリア３３０をポジティブヒットボックスのみで作成する場合、単純な形状であるにもかかわらず、第８図Ｂに示すように４個の直方体３３２－１～３３２－４を組み合わて判定エリア３３０を作成する必要がある。これに対し、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスを重複させて判定エリアを作成すると、第８図Ｃに示すようにポジティブヒットボックスである直方体３３４－ｐ、ネガティブヒットボックスである直方体３３４－ｎの２つの直方体を組み合わで判定エリア３３０を作成することが出来る。

この場合、まずポジティブヒットボックスである直方体３３４－ｐに属しているかどうか判定し、属していない場合は衝突していないと判定する。また、属している場合は場合は衝突している可能性があるので、ネガティブヒットボックスである直方体３３４－ｎに属しているかどうか判定し、属している場合は衝突していないと判定し、属していない場合は場合は衝突していると判定する。すなわち重複している部分については、ネガティブヒットボックスによる判定を優先して、衝突していないと判定する。

例えば、第８図Ｃにおいて、点Ｈ１は、ポジティブヒットボックスである直方体３３４－ｐに属していないので、衝突していないと判定する。また点Ｈ２は、ポジティブヒットボックスである直方体３３４－ｐに属しており、ネガティブヒットボックスである直方体３３４－ｎに属していないので、衝突していると判定する。また点Ｈ３は、ポジティブヒットボックスである直方体３３４－ｐとネガティブヒットボックスである直方体３３４－ｎのいずれにも属しているので、衝突していないと判定する。

第９図Ａ～第９図Ｃは、トンネル等の少し複雑な形状の判定エリアの作成例を

示した図である。第９図Ａは、直方体に分割する前のオブジェクトを近似した判定エリア３４０の形状を表している。この判定エリアをポジティブヒットボックスのみで作成する場合、少し複雑な形状であるため、第９図Ｂに示すように７個の直方体３４２－１～３４２－７を組み合わて判定エリア３４０を作成する必要がある。これに対し、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスを重複させて判定エリア３４０を作成すると、第９図Ｃに示すようにポジティブヒットボックスである直方体３４４－ｐ、ネガティブヒットボックスである直方体３４４－ｎ１～３４４－ｎ３の４つの直方体を組み合わで判定エリア３４０を作成することが出来る。

次に、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスのように属性の異なる直方体を重複させる場合のみならず、同じ属性の直方体を重複させる場合も含めて、判定エリアを構成する直方体を削減出来る例を説明する。

第１０図Ａ～第１０図Ｄは、判定エリアの作成例を示した図である。第１０図Ａは、直方体に分割する前のオブジェクトを近似した判定エリア３５０の形状を表しており、第１０図Ｂ～第１０図Ｄは判定エリアの直方体の組み合わせの例を示している。第１０図Ｂは、ポジティブヒットボックスのみで判定エリア３５０を作成した場合を示しており、同図に示すように８個の直方体３５２－１～３５２－８を組み合わて判定エリア３５０を作成する必要がある。これに対し、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスを重複させて判定エリア３５０を作成すると、第１０図Ｃに示すようにポジティブヒットボックスである直方体３５４－ｐ、ネガティブヒットボックスである直方体３５４－ｎ１～３５４－ｎ３の４つの直方体の組み合わせで判定エリア３５０を作成することが出来る。

ところがさらに、第１０図Ｄに示すように、ネガティブヒットボックスである直方体３５６－ｎ１、３５６－ｎ２の２つの直方体を重複させることにより、３つ直方体の組み合わで判定エリア３５０を作成することが出来る。

この様な直方体の組み合わせによって判定エリアを作成して衝突判定を行うのは、直線的なビル等の人工建造物に対して特に有効であるが、地形との衝突判定においても有効に作用する例について説明する。

第１１図Ａ、第１１図Ｂ及び第１２図は、洞窟の内壁との衝突判定における判

定エリアの作成例を示した図である。第１１図Ａは、洞窟を構成する地形の一部である洞窟の周囲の壁を構成する地形４１２とその内部の洞窟の空間４１０とを表す判定エリア４００を表した図である。この様な地形を表す場合は、同図に示すように適当な部分に分割して、判定エリア４００を作成するとよい。

この判定エリアをポジティブヒットボックスのみで作成する場合、第１１図Ｂに示すように５個の直方体４２０－１～４２０－５を組み合わて判定エリア４００を設定する必要がある。これに対し、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスを重複させて判定エリア４００を作成すると、第１２図に示すようにポジティブヒットボックスである直方体４３０－ｐ、ネガティブヒットボックスである直方体４３０－ｎ１、４３０－ｎ２の３つの直方体を組み合わで判定エリア４００を作成することが出来る。

次に、ポジティブヒットボックスのみの組み合わせでは判定エリアの作成が難しい場合について説明する。

第１３図Ａ、第１３図Ｂは、判定エリアの作成例を示した図である。第１３図Ａは、直方体に分割する前のオブジェクトを近似した判定エリア４４０の形状を表している。この判定エリア４４０は単純な形状であるにもかかわらず、ポジティブヒットボックスの組み合わせとして作成するのは困難である。ところが第１３図Ｂに示すように、ポジティブヒットボックスである直方体４４２－ｐに対してネガティブヒットボックスである直方体４４２－ｎを回転させて組み合わせることにより２個の直方体で判定エリア４４０を作成することが出来る。

ここにおいて回転させるとは、１の直方体を構成する互いに平行でない３辺と、他の直方体を構成する互いに平行でない３辺が、いずれも非平行となっている状態のことである。この場合、ネガティブヒットボックスである直方体４４２－ｎに属する場合には衝突していないと判定される。

なお、ポジティブヒットボックスである直方体４４２－ｐに属する場合にネガティブヒットボックスである直方体４４２－ｎに属するかどうかの判定を行うが、この場合判定対象とすべき部分は、第１３図Ｂの３角柱４４４（ポジティブヒットボックスである直方体４４２－ｐとネガティブヒットボックスである直方体４４２－ｎが重複する部分）で十分である。しかし、前述したように少ない演算量

で判定演算を行うのには直方体が最も適しているため、３角柱４４４よりも直方体４４２－ｎを用いて判定エリア４４０を作成するほうが好ましいのである。

第１４図Ａ、第１４図Ｂも、この様な場合のトンネルの判定エリアの作成例を示した図である。第１４図Ａは、直方体に分割する前のトンネルを近似した判定エリア４５０の形状を表しており、第１４図Ｂは、前記判定エリア４５０の平面図である。この判定エリア４５０も単純な形状であるにもかかわらず、ポジティブヒットボックスの組み合わせとして作成するのは困難である。ところが第１４図Ｃに示すように、ポジティブヒットボックスである直方体４５４－ｐとネガティブヒットボックスである直方体４５４－ｎを組み合わせることにより２個の直方体で判定エリア４５０を作成することが出来る。

また本発明では、ポジティブヒットボックスの組み合わせのみで行っていた判定エリアの作成を、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスを重複させて作成することにより、判定エリアを構成する直方体を有効に削減出来るが、状況によっては、ネガティブヒットボックスのみで判定エリアを作成することも有効である。例えば、人力飛行機２１０がトンネル内を飛行していることが明らかな場合、トンネル空間を表すネガティブヒットボックスのみを設定して、該ネガティブヒットボックス内にいれば衝突していないと判定する場合等である。

また、本発明では、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスの重複部分はネガティブヒットボックスの判定結果が有効となる場合について説明したが、ポジティブヒットボックスとネガティブヒットボックスの重複の態様によっては、異なる判定ルールを設けてもよい。

第１５図は、異なる判定ルールを適用すべき判定エリアの例を示した図である。この判定エリア４７０は、ポジティブヒットボックスである直方体４６０－ｐ１の中にネガティブヒットボックスである直方体４６０－ｎを設け、さらにその中にポジティブヒットボックスである直方体４６０－ｐ２を設けている。この様な場合、点Ｈ４は衝突しているのであるが、ネガティブヒットボックスの判定を優先するという判定ルールでは、そのような判定結果にならない。そこで、異なる判定ルールを設ける必要があるが、このような判定ルールの内容が異なっても、本発明の技術的範囲内である。

また、本実施例では、判定エリアを直方体又はその組み合わせとして作成する場合を説明したが球や円柱等の少ないデータで特定可能な他の立体で作成してもよい。この様な場合なるべく判定演算の負荷が少ない立体で作成することが好ましい。

また、本発明の実施例では、判定エリアを予め作成して判定エリア記憶部に格納しておく場合を説明したが、リアルタイムに作成してもよい。

また、本発明の実施例では、判定をワールド座標系に変換した位置座標で行う場合について説明したが、各ボディ座標系の位置座標に変換して行うようにしてもよい。なお、判定エリアの作成も固定物であれはワールド座標系の位置座標で設定してもよい。

さらに、以上説明した本発明は家庭用、業務用を問わずあらゆるハードウェアを用いて実施可能である。第１６図は現在広く用いられているタイプのゲーム装置のハードウェア構成の一例を示す図である。同図に示すゲーム装置はＣＰＵ１０００、ＲＯＭ１００２、ＲＡＭ１００４、情報記憶媒体１００６、音声合成ＩＣ１００８、画像合成ＩＣ１０１０、Ｉ／Ｏポート１０１２、１０１４がシステムバス１０１６により相互にデータ送受信可能に接続されている。そして前記画像合成ＩＣ１０１０にはディスプレイ１０１８が接続され、前記音声合成ＩＣ１００８にはスピーカ１０２０が接続され、Ｉ／Ｏポート１０１２にはコントロール装置１０２２が接続され、Ｉ／Ｏポート１０１４には通信装置１０２４が接続されている。

前記情報記憶媒体１００６は、ＣＤ－ＲＯＭ、ゲームＲＯＭ、メモリカード等のゲーム装置本体と着脱可能に設けられる記憶手段を意味し、ゲーム内容に応じた所定の情報を書き込み保存することのできるタイプも用いられる。また、前記ＲＯＭ１００２は、ゲーム装置本体に固定して設けられる記憶手段である。これらは、ゲームプログラムやゲームステージの空間情報等のゲームタイトルに関係する情報の他、ゲーム装置本体の初期化情報等のゲームタイトルに関係しない情報を記憶する手段である。

前記コントロール装置１０２２は、遊戯者がゲーム進行に応じて行う判断の結果をゲーム装置本体に入力するための装置であり、家庭用に広く用いられている

パッドタイプのものや、業務用ドライブゲームに用いられるハンドル、アクセル等が挙げられる。

そして、前記情報記憶媒体１００６やＲＯＭ１００２に格納されるゲームプログラムやシステムプログラム又は前記コントロール装置１０２２によって入力される信号等に従って、前記ＣＰＵ１０００はゲーム装置全体の制御や各種データ処理を行う。前記ＲＡＭ１００４はこのＣＰＵ１０００の作業領域として用いられる記憶手段であり、前記情報記憶媒体１００６や前記ＲＯＭ１００２の所定の内容、あるいはＣＰＵ１０００の演算結果等が格納される。

さらに、この種のゲーム装置には音声合成ＩＣ１００８と画像合成ＩＣ１０１０とが設けられていて音声や画像の好適な出力が行えるようになっている。前記音声合成ＩＣ１００８は情報記憶媒体１００６やＲＯＭ１００２に記憶される情報に基づいて効果音やゲーム音楽等を合成する回路であり、合成された音楽等はスピーカ１０２０によって出力される。また、前記画像合成ＩＣ１０１０はＲＡＭ１００４、ＲＯＭ１００２、情報記憶媒体１００６等から送られる画像情報に基づいてディスプレイ１０１８に出力するための画素情報を合成する回路である。

また、前記通信装置１０２４はゲーム装置内部で利用される各種の情報を外部とやりとりするものであり、他のゲーム装置と接続されてゲームプログラムに応じた所定の情報を送受したり、通信回線を介してゲームプログラム等の情報を送受することなどに利用される。

以上説明した一般的なゲーム装置を用いても本発明は容易に実施可能である。例えば、前記操作部２０はコントロール装置１０２２に対応し、前記空間演算部１１０はＣＰＵ１０００及びＲＯＭ１００２又は情報記憶媒体１００６に格納されるソフトウェアによって実現される。また、空間情報記憶部１２０、オブジェクト画像情報記憶部１４０は、ＲＡＭ１００４、ＲＯＭ１００２、情報記憶媒体１００６のいずれかに設けることが可能である。更に、画像合成部１３０は画像合成ＩＣ１０１０によって、あるいはＣＰＵ１０００と所定のソフトウェアによって実現される。また、表示部８０はディスプレイ１０１８に対応する。

請求の範囲

１．仮想３次元空間内を移動する移動オブジェクトと前記仮想３次元空間内に存在する衝突対象オブジェクトとの衝突演算を行うシミュレーション装置であって、

前記衝突対象オブジェクトの一部又は全部の形状に基づき衝突判定用の３次元空間を特定する判定エリアを設定する判定エリア設定手段と、

前記移動オブジェクトの位置が前記判定エリアに属するか否かに基づき衝突の有無を判断する衝突判定手段とを含み、

前記判定エリア設定手段は、

前記判定エリアとして非衝突領域を特定するネガティブヒットエリアを設定し、

前記衝突判定手段は、

前記移動オブジェクトの位置がネガティブヒットエリアに属する場合には衝突無しと判定することを特徴とするシミュレーション装置。

２．請求項１において、

前記判定エリア設定手段は、

前記判定エリアとして、非衝突領域を特定するネガティブヒットエリアと、衝突領域を特定するポジティブヒットエリアと、を少なくとも一部が重複するように組み合わせて設定し、

前記衝突判定手段は、

前記移動オブジェクトの位置がネガティブヒットエリアのみに属する場合は衝突無しと判定し、前記移動オブジェクトの位置がポジティブヒットエリアのみに属する場合は衝突有りと判定し、前記移動オブジェクトが前記ネガティブヒットエリアとポジティブヒットエリアの重複するエリアに属する場合は所定のルールに基づき衝突の有無を判定することを特徴とするシミュレーション装置。

３．請求項１において、

前記判定エリア設定手段は、

判定エリアを複数の立体の組み合わせて設定することを特徴とするシミュレーション装置。

４．請求項２において、

前記判定エリア設定手段は、

判定エリアを複数の立体の組み合わせ設定することを特徴とするシミュレーション装置。

5．請求項1において、

前記判定エリア設定手段は、

判定エリアを直方体又は複数の直方体の組み合わせとして設定することを特徴とするシミュレーション装置。

6．請求項2において、

前記判定エリア設定手段は、

判定エリアを直方体又は複数の直方体の組み合わせとして設定することを特徴とするシミュレーション装置。

7．請求項3において、

前記判定エリア設定手段は、

ネガティブヒットエリア及びポジティブヒットエリアの少なくとも一方について、同種類のヒットエリアを構成する複数の立体の少なくとも一部が重複するよう組み合わせて判定エリアを設定することを特徴とするシミュレーション装置。

8．請求項4において、

前記判定エリア設定手段は、

ネガティブヒットエリア及びポジティブヒットエリアの少なくとも一方について、同種類のヒットエリアを構成する複数の立体の少なくとも一部が重複するよう組み合わせて判定エリアを設定することを特徴とするシミュレーション装置。

9．請求項5において、

前記判定エリア設定手段は、

判定エリアを構成する直方体の互いに平行でない3辺が、仮想3次元空間のワールド座標系のいずれかの座標軸とそれぞれ平行となる位置を基準状態とし、前記基準状態又は基準状態に対してワールド座標系の1又は2の座標軸に対して直方体を回転させて判定エリアを設定することを特徴とするシミュレーション装置。

10．請求項6において、

前記判定エリア設定手段は、

判定エリアを構成する直方体の互いに平行でない３辺が、仮想３次元空間のワールド座標系のいずれかの座標軸とそれぞれ平行となる位置を基準状態とし、前記基準状態又は基準状態に対してワールド座標系の１又は２の座標軸に対して直方体を回転させて判定エリアを設定することを特徴とするシミュレーション装置。

１１．請求項５において、

前記判定エリア設定手段は、

判定エリアを構成する直方体の互いに平行でない３辺が、仮想３次元空間の当該衝突対象オブジェクトのボディ座標系のいずれかの座標軸とそれぞれ平行となる位置を基準状態とし、前記基準状態又は基準状態に対して前記ボディ座標系の１又は２の座標軸に対して直方体を回転させて判定エリアを設定することを特徴とするシミュレーション装置。

１２．請求項６において、

前記判定エリア設定手段は、

判定エリアを構成する直方体の互いに平行でない３辺が、仮想３次元空間の当該衝突対象オブジェクトのボディ座標系のいずれかの座標軸とそれぞれ平行となる位置を基準状態とし、前記基準状態又は基準状態に対して前記ボディ座標系の１又は２の座標軸に対して直方体を回転させて判定エリアを設定することを特徴とするシミュレーション装置。

１３．請求項５において、

前記判定エリア設定手段は、

複数の直方体を組み合わせて判定エリアを設定する際、１の直方体を構成する互いに平行でない３辺のいずれかの１辺と他の直方体を構成する互いに平行でない３辺のいずれかの１辺をどのように組み合わせても全て非平行となるように判定エリアを設定することを特徴とするシミュレーション装置。

１４．請求項６において、

前記判定エリア設定手段は、

複数の直方体を組み合わせて判定エリアを設定する際、１の直方体を構成する互いに平行でない３辺のいずれかの１辺と他の直方体を構成する互いに平行でない３辺のいずれかの１辺をどのように組み合わせても全て非平行となるように判

定エリアを設定することを特徴とするシミュレーション装置。
１５．請求項１において、
前記衝突判定手段が衝突の有無を判断する際に用いる前記移動オブジェクトの移動位置及び移動位置を決定するための移動条件の少なくとも一方を入力する入力手段と、
前記衝突判定手段の判定結果に基づき、表示部に表示する前記仮想３次元空間のシミュレーション画面を合成する画像合成手段と、をさらに含むことを特徴とするシミュレーション装置。
１６．請求項２において、
前記衝突判定手段が衝突の有無を判断する際に用いる前記移動オブジェクトの移動位置及び移動位置を決定するための移動条件の少なくとも一方を入力する入力手段と、
前記衝突判定手段の判定結果に基づき、表示部に表示する前記仮想３次元空間のシミュレーション画面を合成する画像合成手段と、をさらに含むことを特徴とするシミュレーション装置。
１７．仮想３次元空間内を移動する移動オブジェクトと前記仮想３次元空間内に存在する衝突対象オブジェクトとの衝突演算を行うための情報を記憶する情報記憶媒体であって、
前記衝突対象オブジェクトの一部又は全部の形状に基づき衝突判定用の３次元空間を特定する判定エリアを設定する処理を行うための情報と、
前記移動オブジェクトの位置が前記判定エリアに属するか否かに基づき衝突の有無を判断する処理を行うための情報とを含み、
前記判定エリアを設定する処理を行うための情報は、
前記判定エリアとして非衝突領域を特定するネガティブヒットエリアを設定する処理を行うための情報を含み、
前記衝突の有無を判定する処理を行うための情報は、
前記移動オブジェクトの位置がネガティブヒットエリアに属する場合には衝突無しと判定する処理を行うための情報を含むことを特徴とする情報記憶媒体。
１８．請求項１７において、

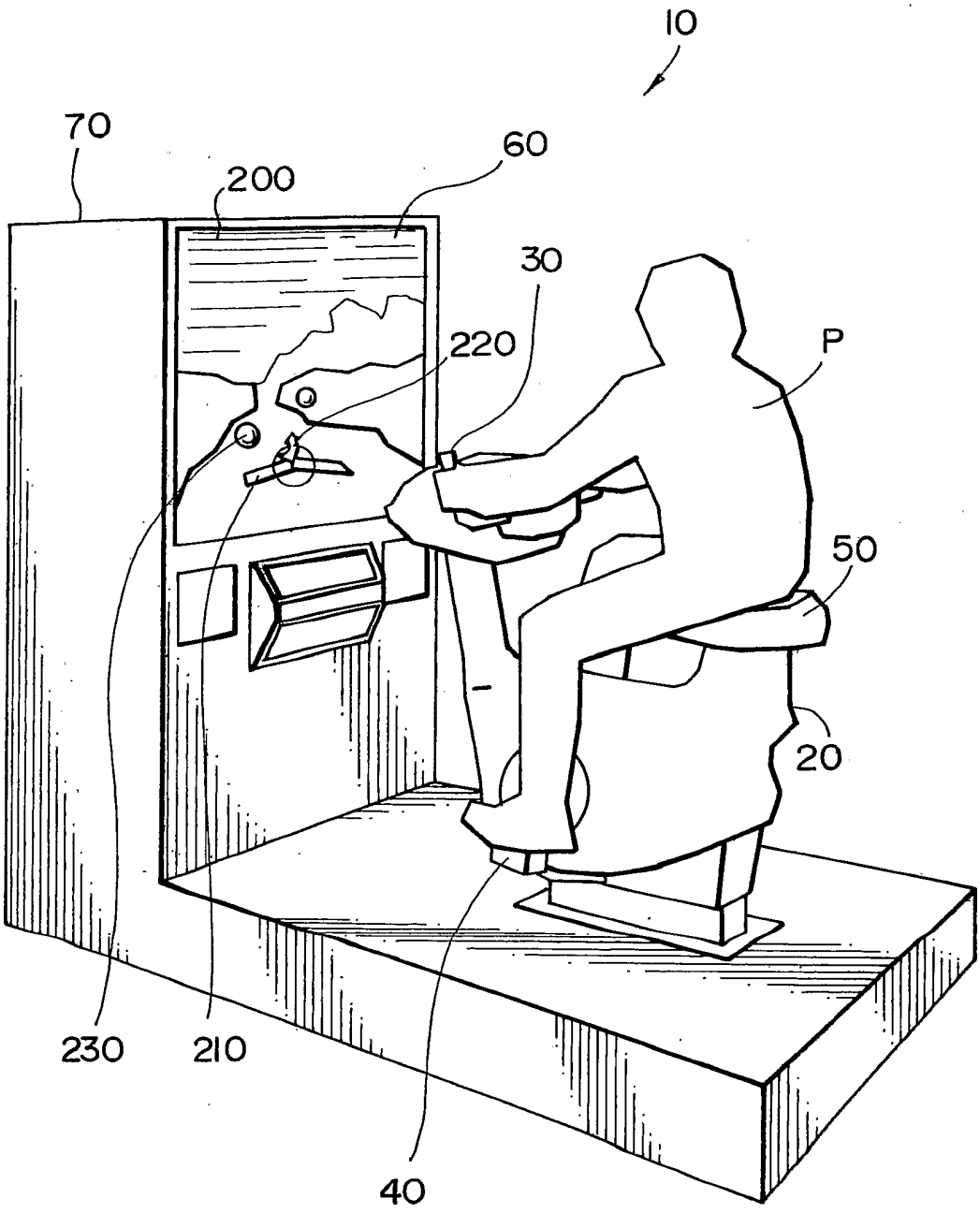
前記判定エリアを設定する処理を行うための情報は、

前記判定エリアとして、非衝突領域を特定するネガティブヒットエリアと、衝突領域を特定するポジティブヒットエリアと、を少なくとも一部が重複するように組み合わせて設定する処理を行うための情報を含み、

前記衝突の有無を判定する処理を行うための情報は、

前記移動オブジェクトの位置がネガティブヒットエリアのみに属する場合は衝突無しと判定し、前記移動オブジェクトの位置がポジティブヒットエリアのみに属する場合は衝突有りと判定し、前記移動オブジェクトが前記ネガティブヒットエリアとポジティブヒットエリアの重複するエリアに属する場合は所定のルールに基づき衝突の有無を判定する処理を行うための情報を含むことを特徴とする情報記憶媒体。

FIG. 1



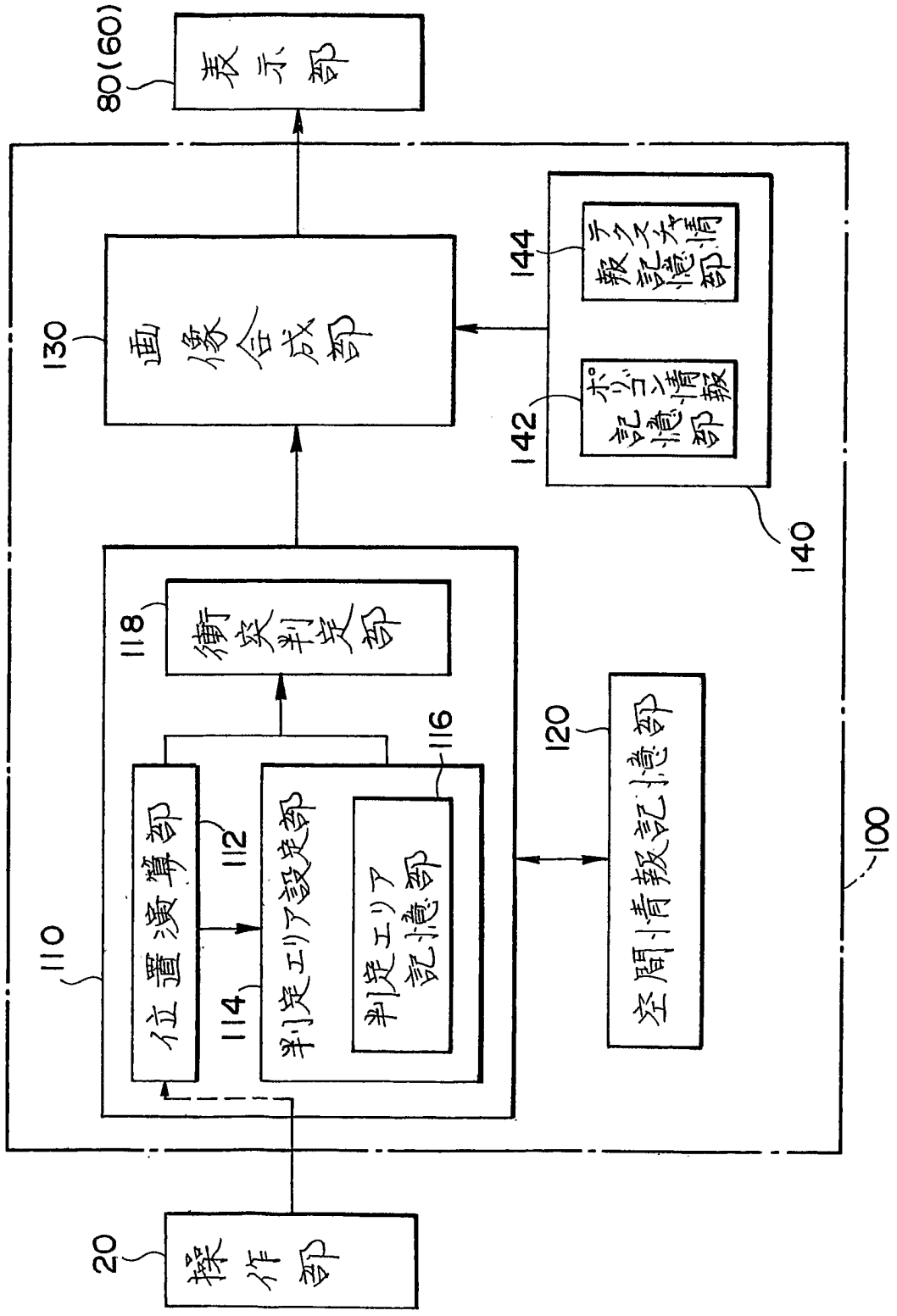

80(60)
表示部
130
画像合成部
144
データ登録情報記憶部
142
ポリゴン情報記憶部
140
118
衝突判定部
110
位置演算部
112
114
判定エリア設定部
116
判定エリア記憶部
120
空間情報記憶部
100
20
操作部

FIG. 2

FIG. 3

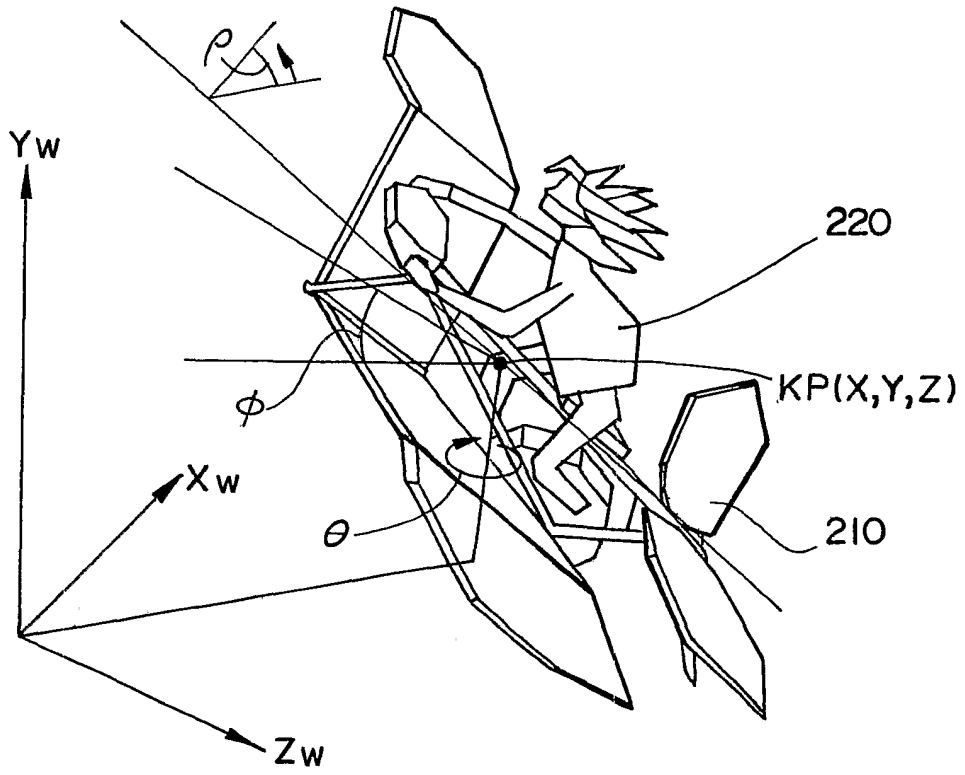


FIG. 4

オブジェクトナンバー	位置情報			方向情報			判定対象フラグ
OB_0	X_0	Y_0	Z_0	θ_0	ϕ_0	ρ_0	hfo
OB_1	X_1	Y_1	Z_1	θ_1	ϕ_1	ρ_1	hf1
OB_2	X_2	Y_2	Z_2	θ_2	ϕ_2	ρ_2	hf2
OB_3	X_3	Y_3	Z_3	θ_3	ϕ_3	ρ_3	hf3
OB_4	X_4	Y_4	Z_4	θ_4	ϕ_4	ρ_4	hf4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
OB_{i-2}	X_{i-2}	Y_{i-2}	Z_{i-2}	θ_{i-2}	ϕ_{i-2}	ρ_{i-2}	hfi-2
OB_{i-1}	X_{i-1}	Y_{i-1}	Z_{i-1}	θ_{i-1}	ϕ_{i-1}	ρ_{i-1}	hfi-1
OB_i	X_i	Y_i	Z_i	θ_i	ϕ_i	ρ_i	hfi

FIG. 5

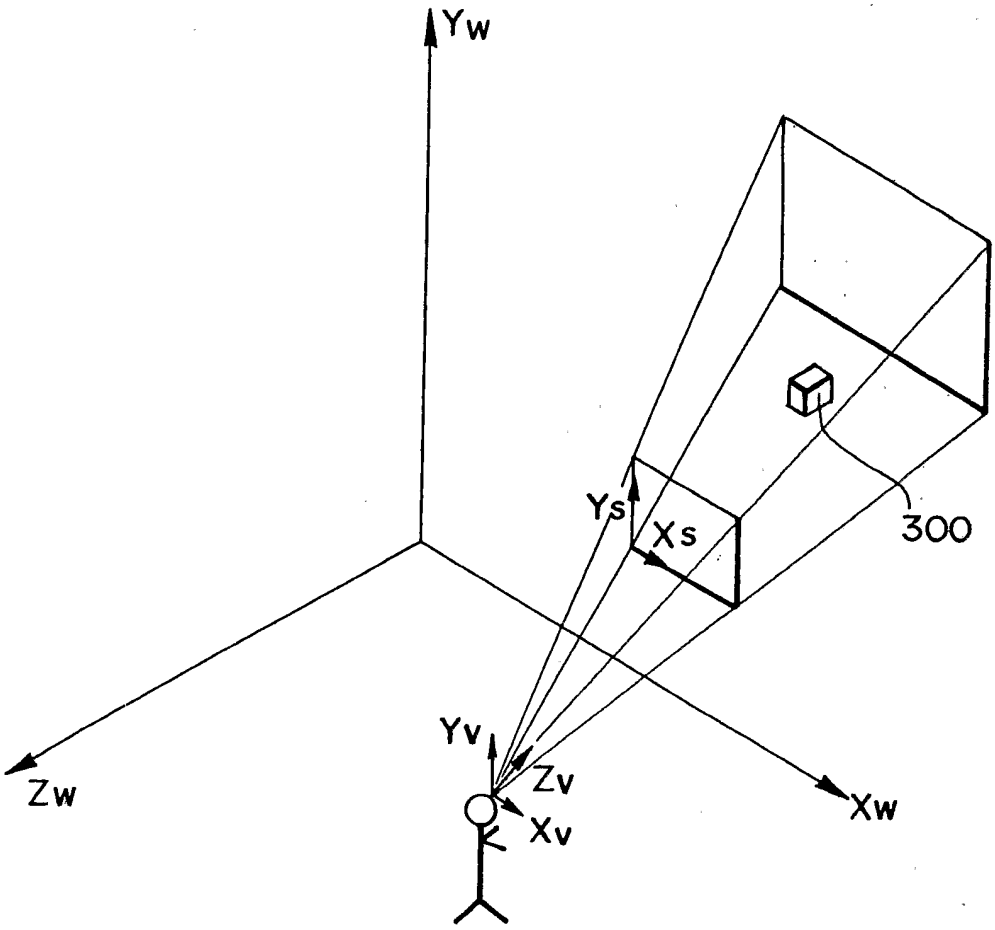


FIG. 6

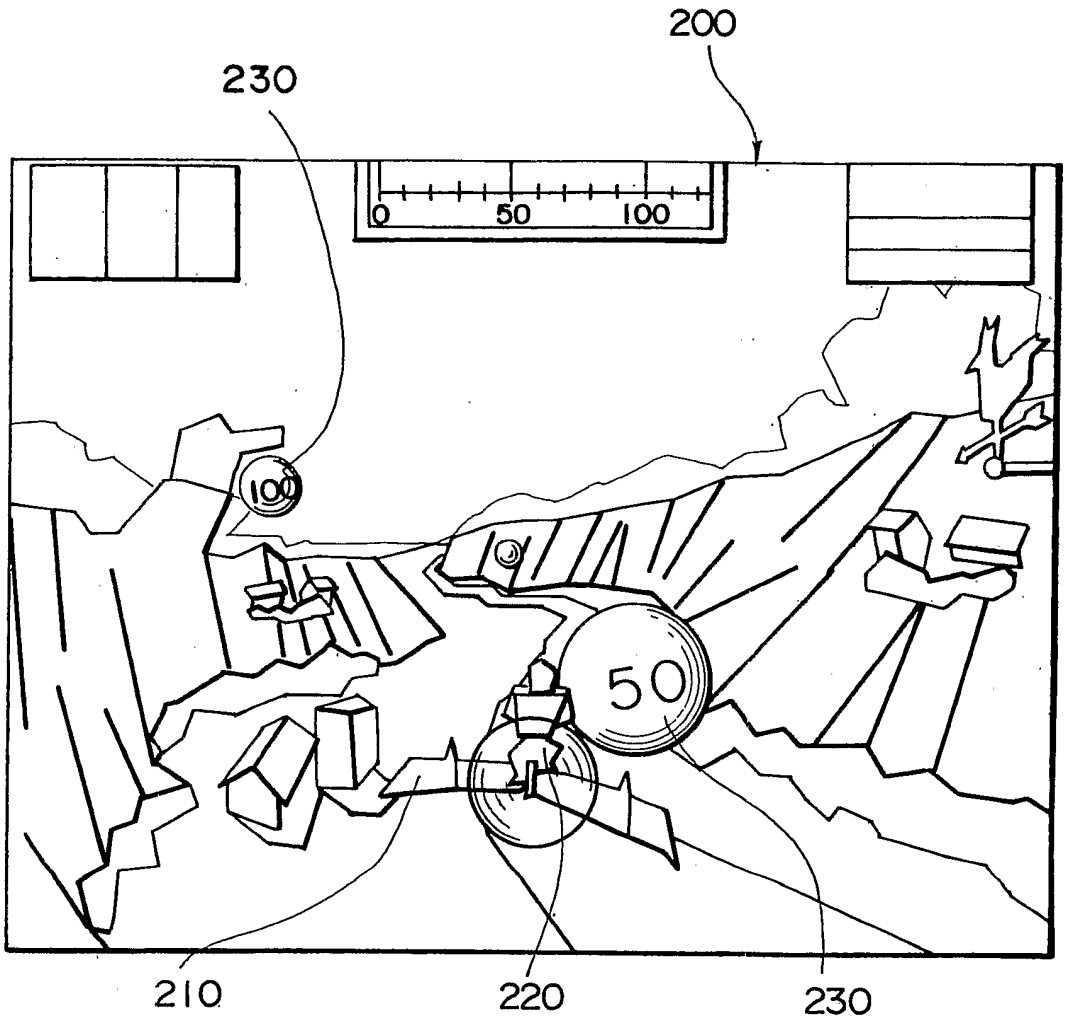
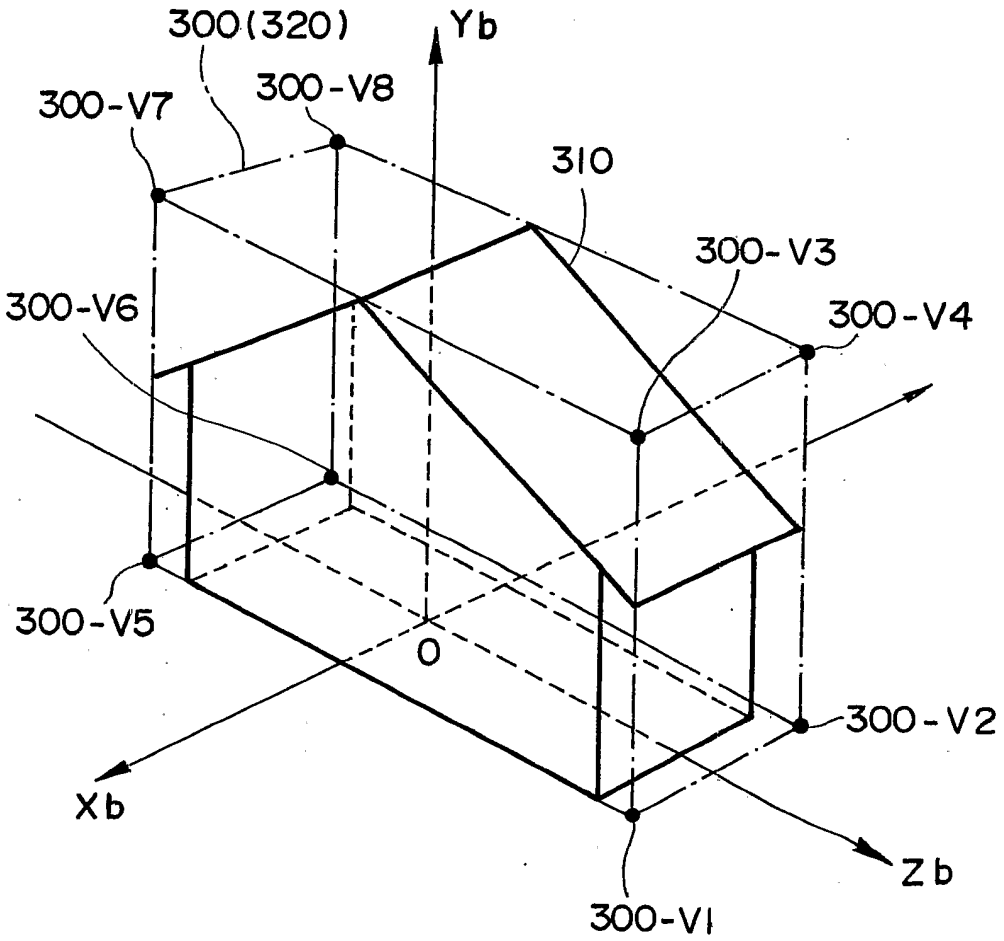


FIG. 7


300(320)
Yb
300-V8
300-V7
310
300-V3
300-V6
300-V4
300-V5
0
300-V2
Xb
Zb
300-V1

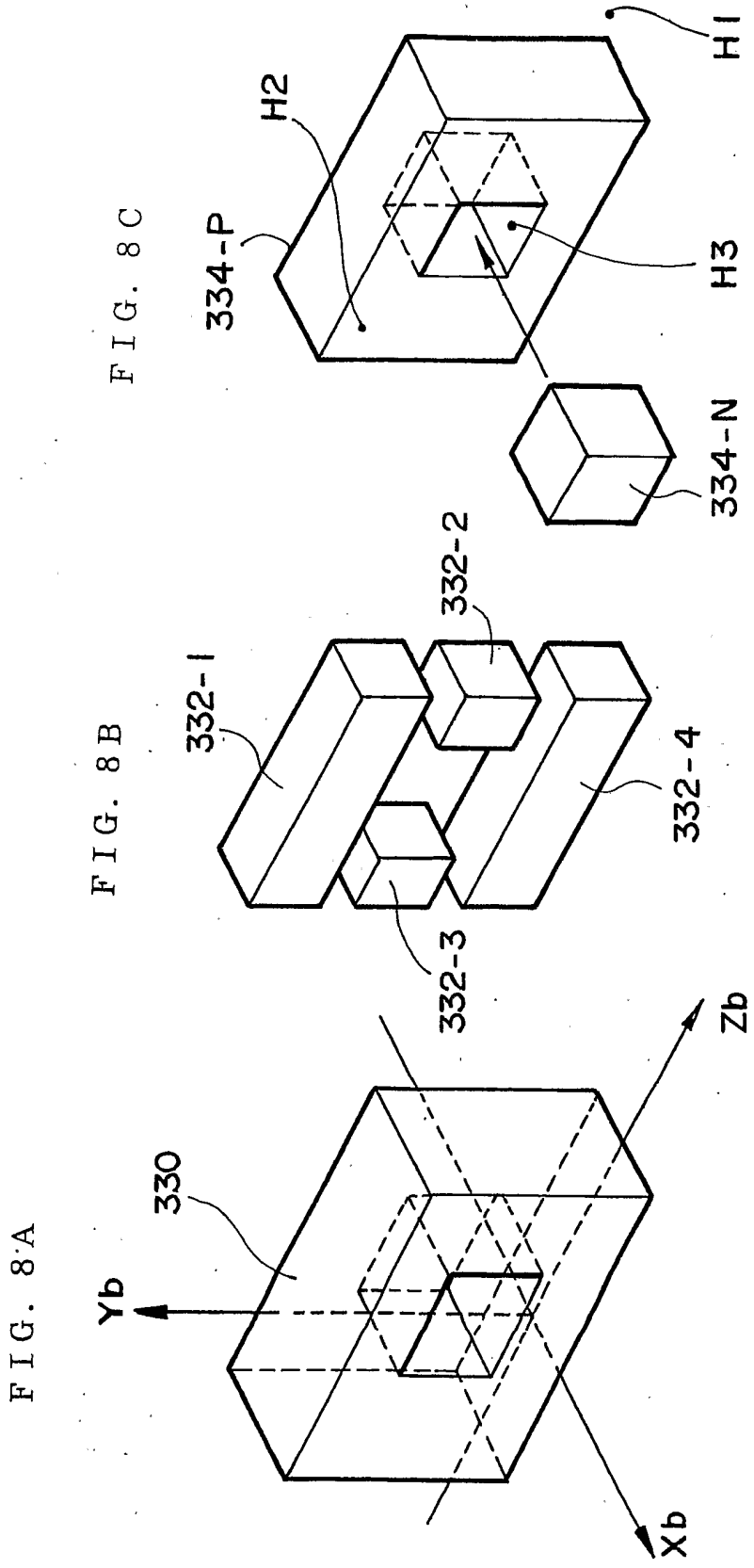


FIG. 8C

FIG. 8B

FIG. 8A

FIG. 9A

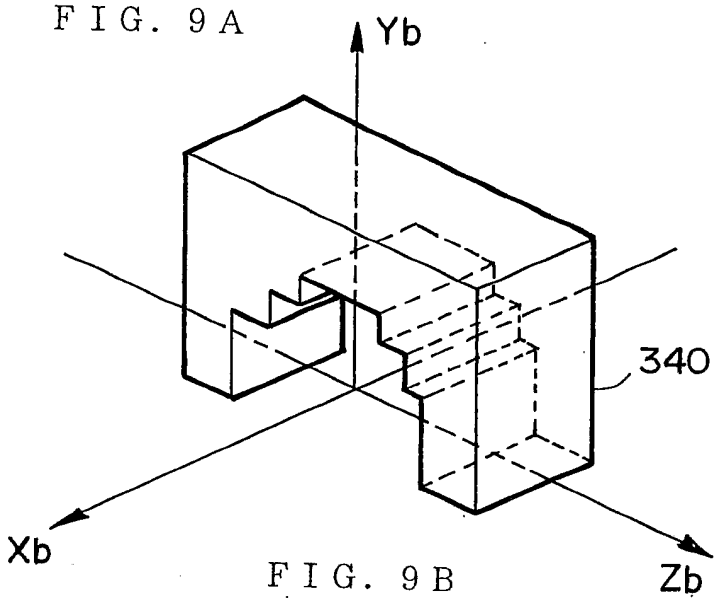


FIG. 9B

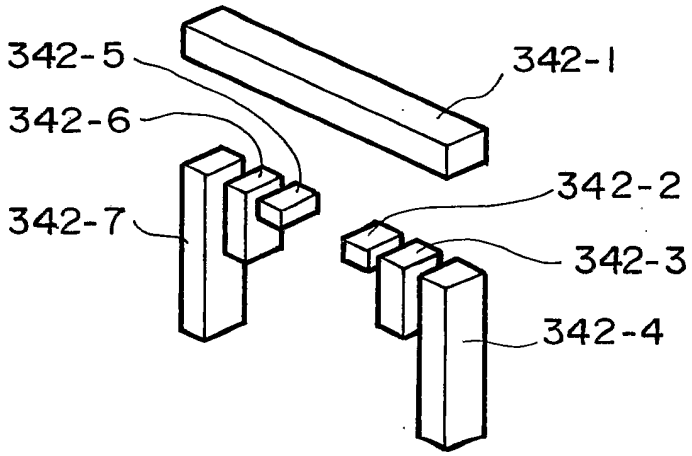


FIG. 9C

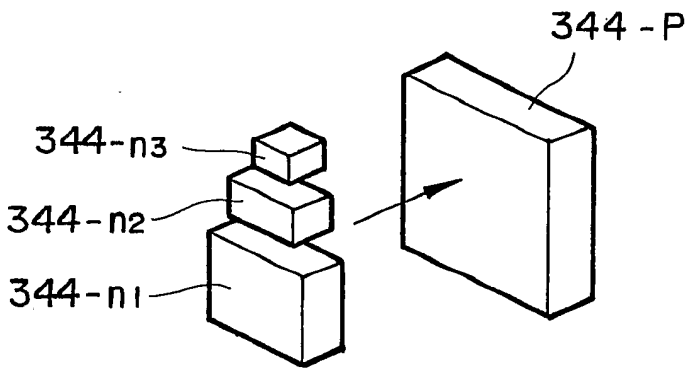


FIG. 10A

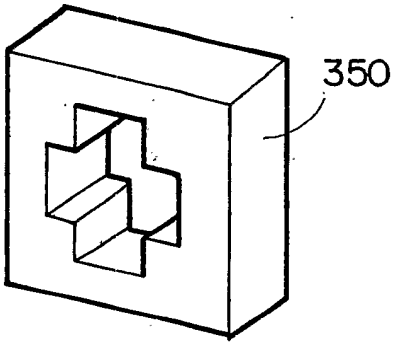


FIG. 10B

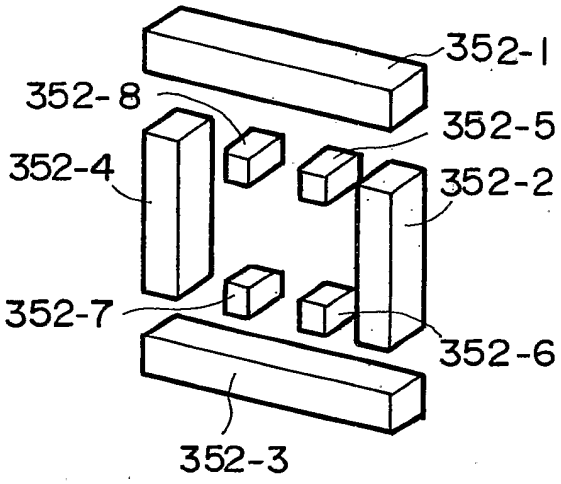


FIG. 10C

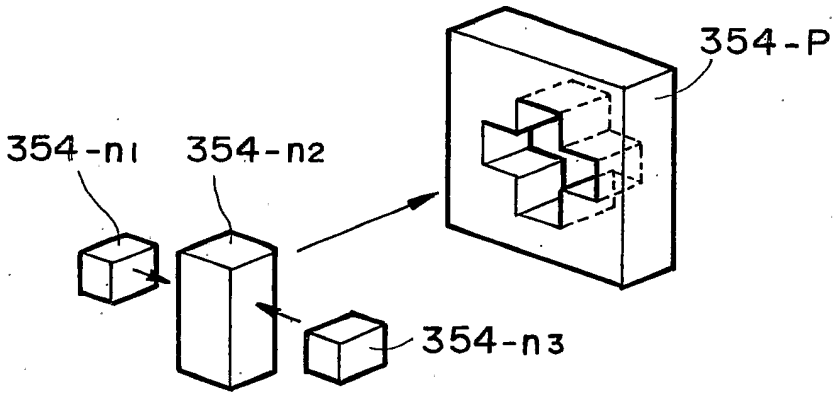


FIG. 10D

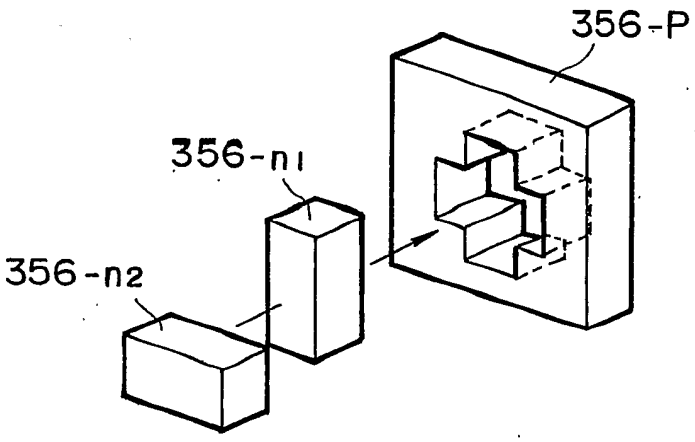


FIG. 11B

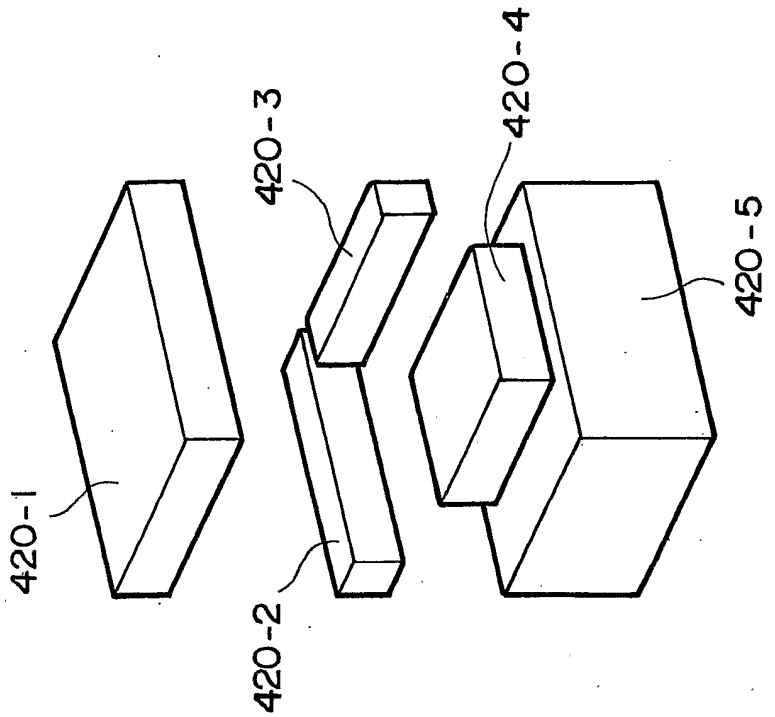


FIG. 11A

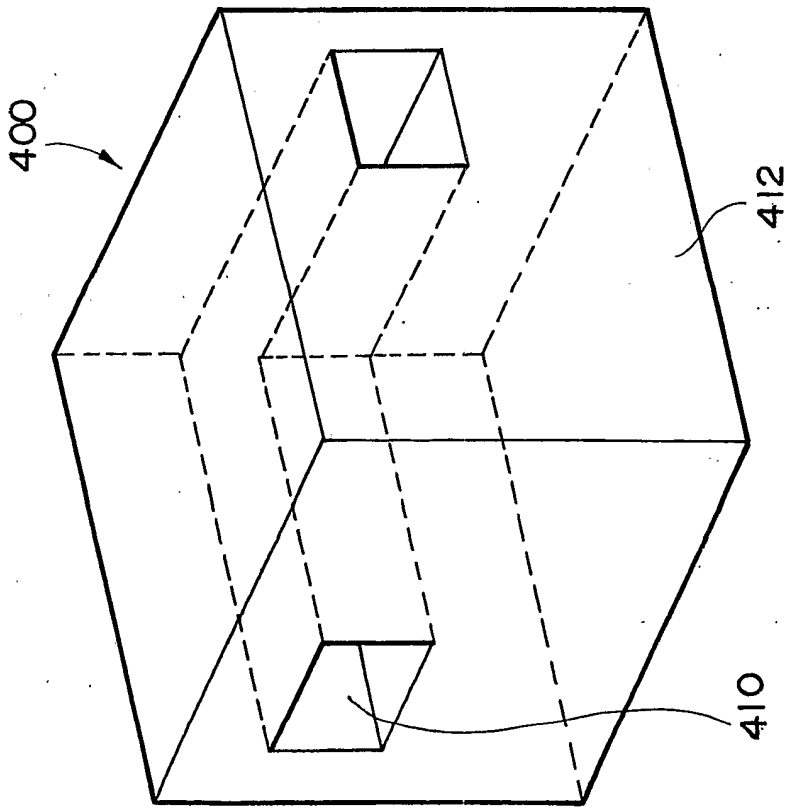
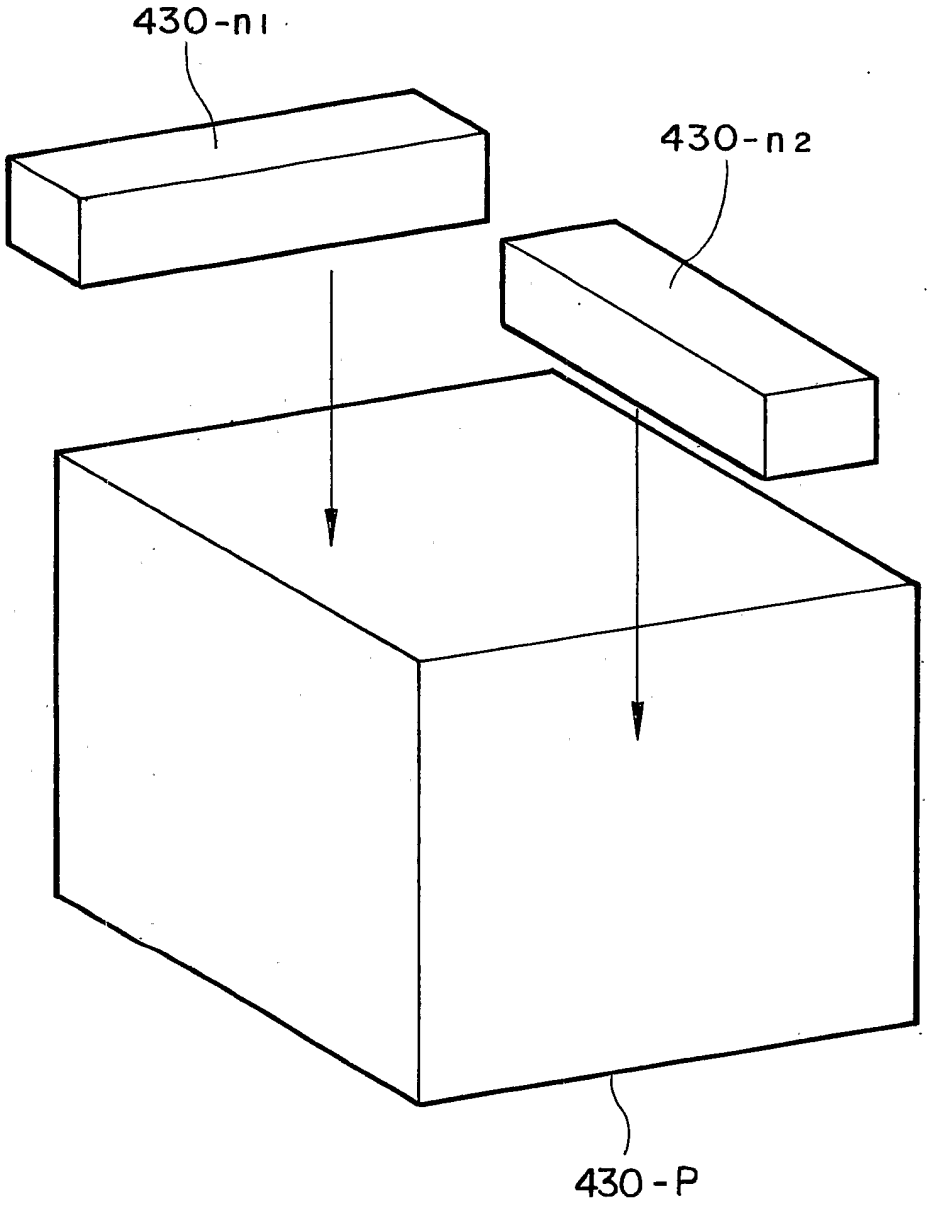


FIG. 12



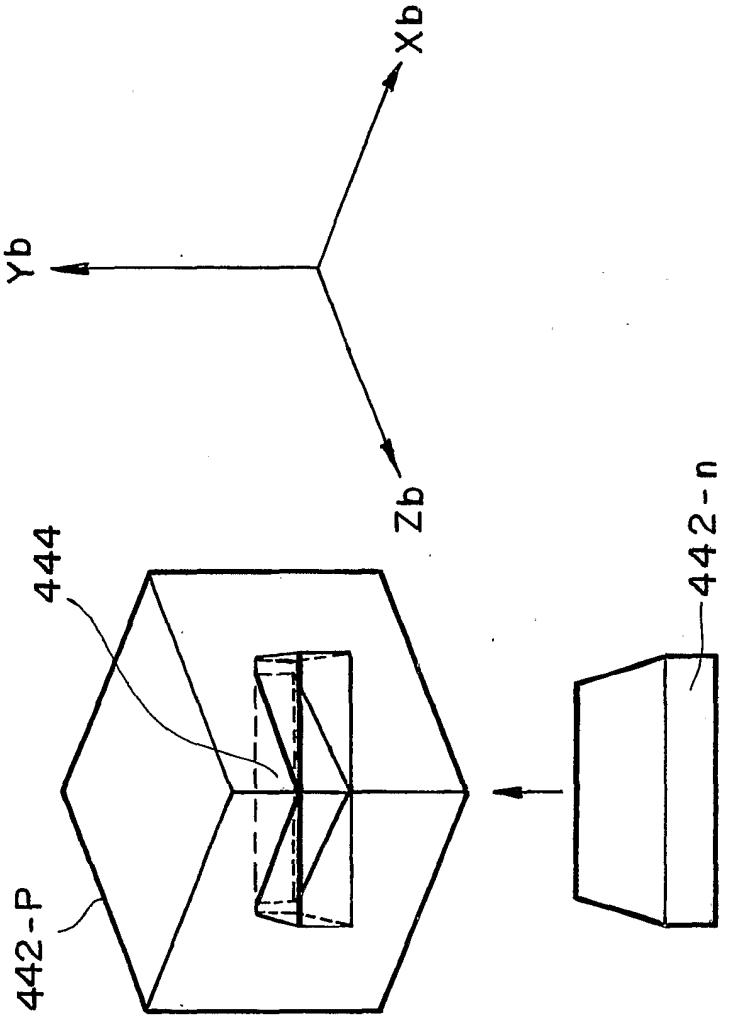


FIG. 13B

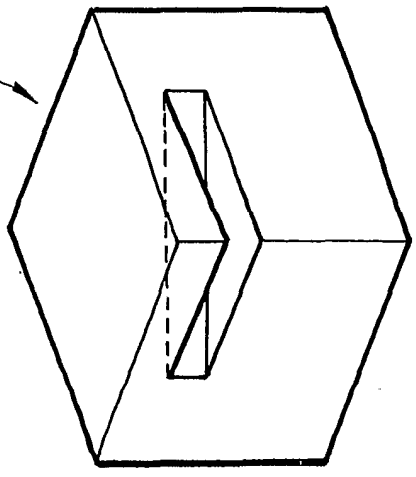


FIG. 13A

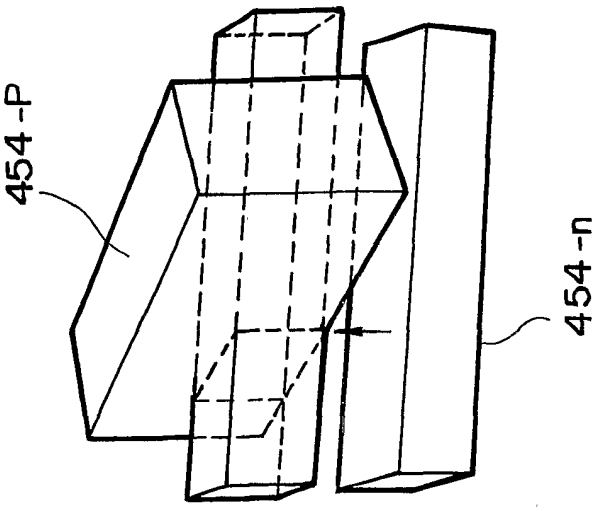


FIG. 14C

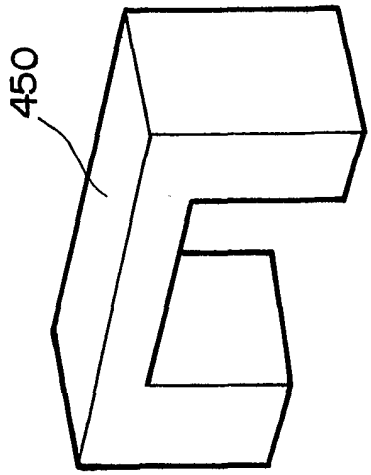


FIG. 14A

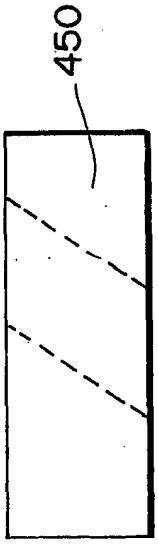


FIG. 14B

FIG. 15

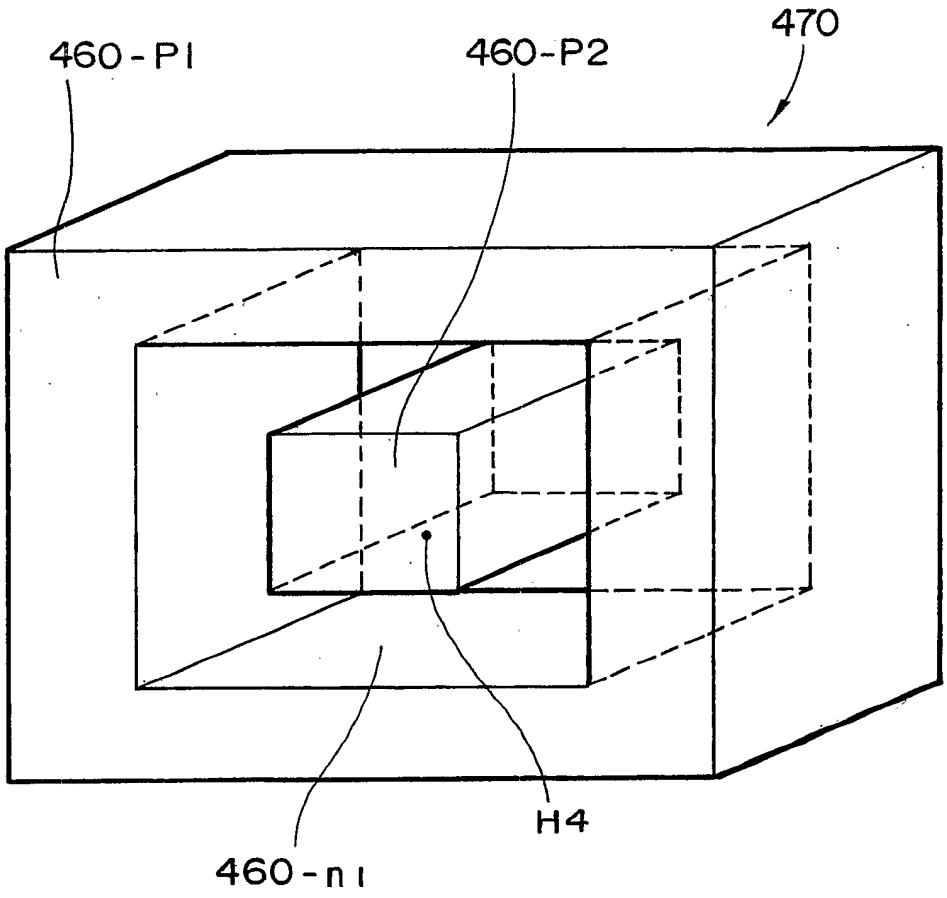
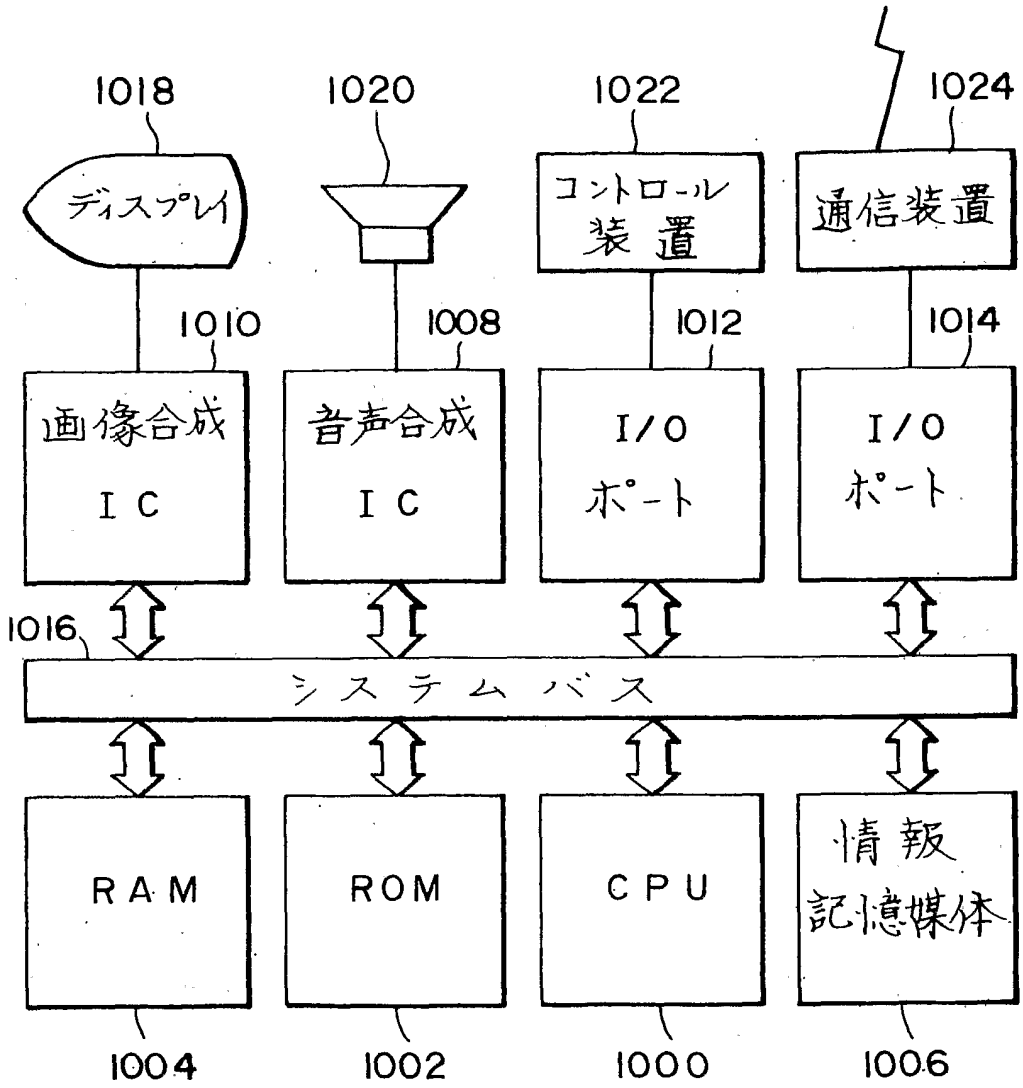


FIG. 16


1018
1020
1022
1024
ディスプレイ
コントロール装置
通信装置
1010
1008
1012
1014
画像合成IC
音声合成IC
I/Oポート
I/Oポート
1016
システムバス
RAM
ROM
CPU
情報記憶媒体
1004
1002
1000
1006

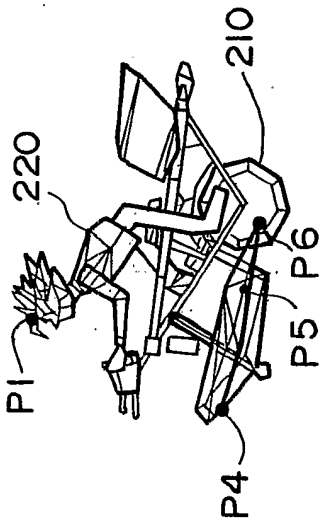


FIG. 17B

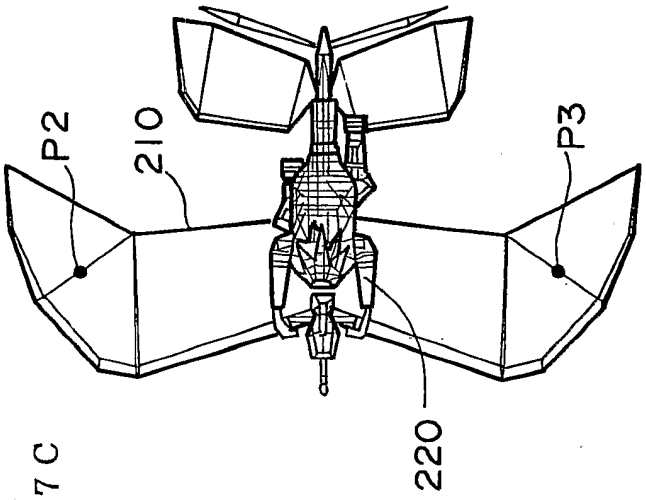


FIG. 17C

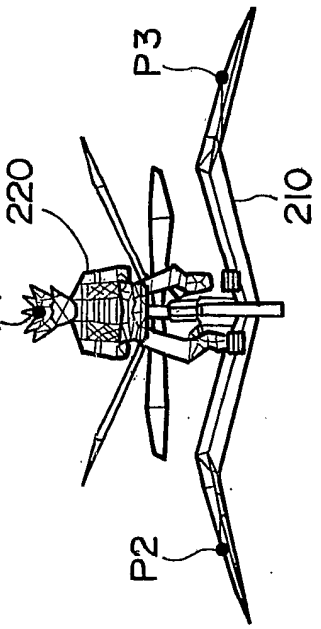


FIG. 17A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP97/00442

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^6 G09B9/08, A63F9/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl^6 G09B9/08, A63F9/22, G06F15/62, 15/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922 - 1997
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5548694, A (Mitsubishi Electric Information Technology Center America, Inc.), August 20, 1996 (20. 08. 96), Front page; Fig. 2 (Family: none)	1 - 18
A	US, 5252068, A (Flight Dynamics Inc.), October 12, 1993 (12. 10. 93), Fig. 5 (Family: none)	1 - 18
A	JP, 7-152807, A (Canon Inc.), June 16, 1995 (16. 06. 95), Fig. 10 (Family: none)	1 - 18
A	JP, 7-168952, A (Canon Inc.), July 4, 1995 (04. 07. 95), Page 1 (Family: none)	1 - 18
A	JP, 8-315181, A (Hitachi, Ltd.), November 29, 1996 (29. 11. 96), Figs. 2, 7, 21, 22, 23 (Family: none)	1 - 18

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [ ] See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
May 16, 1997 (16. 05. 97)	May 27, 1997 (27. 05. 97)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP97/00442

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 8-276070, A (Sega Enterprises, Ltd.), October 22, 1996 (22. 10. 96), Paragraphs (0039) to (0062) (Family: none)	1 - 18
A	JP, 7-105409, A (Fujitsu Ltd.), April 21, 1995 (21. 04. 95), Fig. 3 (Family: none)	1 - 18
A	JP, 9-81776, A (ATR Communication Systems Research Laboratories), March 28, 1997 (28. 03. 97), Figs. 2, 3 (Family: none)	1 - 18
A	JP, 7-93578, A (Fujitsu Ltd.), April 7, 1995 (07. 04. 95), Figs. 1 to 4 (Family: none)	1 - 18
A	JP, 7-230559, A (Sega Enterprises, Ltd.), August 29, 1995 (29. 08. 95), Page 1 (Family: none)	1 - 18

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９７／００４４２

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int. Cl6　　G09B 9/08, A63F 9/22

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int. Cl6　　G09B 9/08, A63F 9/22, G06F 15/62, 15/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　　１９２２－１９９７年
日本国公開実用新案公報　１９７１－１９９７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	US5548694A (Mitsubishi Electric Infomation Tchnology Center America, Inc.) Aug. 20, 1996 (26. 08. 96) front page, FIG. 2 （ファミリーなし）	1-18
A	US5252068A (Flight Dynamics Inc.) Oct. 12, 1993 (12. 10. 93) FIG. 5 （ファミリーなし）	1-18
A	JP7-152807A （キャノン株式会社）16.6月.1995 (16. 06. 95) 図10 （ファミリーなし）	1-18

☒　C欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
16.05.97	27.05.97

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）		
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	原　光明　印	2D	7630
	電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　６６０１		

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９２年７月）

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９７／００４４２

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP7-168952A（キャノン株式会社）4.7月.1995(04.07.95) 第1頁 （ファミリーなし）	1-18
A	JP8-315181A（株式会社日立製作所）29.11月,1996(29.11.96) 図2,7,21,22,23 （ファミリーなし）	1-18
A	JP8-276070A（株式会社セガ・エンタープライゼス）22.10月.1996(22.10.96) 段落[0039]～[0062] （ファミリーなし）	1-18
A	JP7-105409A（富士通株式会社）21.4月.1995(21.04.95) 図3 （ファミリーなし）	1-18
A	JP9-81776A（株式会社エイ・ティ・アール通信システム研究所） 28.3月.1997(28.03.97) 図2,3 （ファミリーなし）	1-18
A	JP7-93578A（富士通株式会社）7.4月.1995(07.04.95) 図1～4 （ファミリーなし）	1-18
A	JP7-230559A（株式会社セガ・エンタープライゼス）29.8月.1995(29.08.95) 第1頁 （ファミリーなし）	1-18