

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5913218号  
(P5913218)

(45) 発行日 平成28年4月27日(2016.4.27)

(24) 登録日 平成28年4月8日(2016.4.8)

(51) Int. Cl. F 1  
G 0 9 B 23/26 (2006.01) G 0 9 B 23/26

請求項の数 5 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-154142 (P2013-154142)                  (22) 出願日 平成25年7月25日 (2013.7.25)                  (65) 公開番号 特開2015-25886 (P2015-25886A)                  (43) 公開日 平成27年2月5日 (2015.2.5)                  審査請求日 平成27年1月7日 (2015.1.7)</p>	<p>(73) 特許権者 595045521                  佐藤 美代志                  静岡県焼津市石津港町11-11                  (74) 代理人 100082913                  弁理士 長野 光宏                  (72) 発明者 佐藤 美代志                  静岡県焼津市石津港町11-11                    審査官 櫻井 茂樹</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分子模型

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原子を表わす各球体には単数又は複数の嵌合手段を備えさせ、該嵌合手段は複数の溝部を該嵌合手段の中心部から平面視放射状に形成することにより相互に隣り合う溝部と溝部との間に楔部を残存させてなり、各球体の嵌合手段における各楔部を別の球体の嵌合手段における溝部に嵌脱自在に嵌合させることにより複数の球体を分離自在に相互に結合させるようにしたことを特徴とする分子模型。

【請求項2】

前記各球体の嵌合手段においては、前記各溝部がそれぞれ同一の角度幅を備え、前記各楔部がそれぞれ同一の角度幅を備え、かつ、各溝部の角度幅と各楔部の角度幅とが相互に同一になるようにすると共に、相互に隣接する溝部の角度幅と楔部の角度幅との合計角度が結合回転角の公約数に相当する角度となし、以て、各球体の嵌合手段における各楔部を別の球体の嵌合手段における任意の溝部に嵌脱自在に嵌合させることができると共に、各球体を分子構造上相応しい配座の分子構造にさせることができるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の分子模型。

【請求項3】

相互に隣接する溝部の角度幅と楔部の角度幅との前記合計角度は、30度、15度、10度、6度又は5度であることを特徴とする請求項2に記載の分子模型。

【請求項4】

前記嵌合手段における前記中心部からの半径と前記溝部の深さとを調整することにより

、各球体間の結合距離を該球体が表わす原子間の結合距離に対応させるようにしたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の分子模型。

【請求項 5】

前記嵌合手段には該嵌合手段に対し嵌脱自在のカバーを備えさせたことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の分子模型。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主として中学校、高等学校、大学等における化学教育に用いられる分子模型に関するものであり、更に詳しくは、目に見えない原子や分子の立体化学について、原子や分子の大きさ、分子構造等の特徴を視覚化、具象化して、その理解を助けるようにした化学教育用の教具としての分子模型に係るものである。

10

【背景技術】

【0002】

分子模型としては、例えば下記のもの既に知られている。

【0003】

(a) 球棒モデル

原子を表わす各球体に連結孔を形成し、連結棒の両端を各球体の連結孔に挿嵌することにより各球体を連結してなる分子模型。

【0004】

20

(b) 針金モデル

結合距離を正確に表わす針金よりなる分子模型。球体は用いられない。

【0005】

(c) スチュアート模型(空間充填模型)

原子を表わす各球体の一部を切除して結合面を形成し、各球体の結合面を連結部材等の接合手段により相互に結合してなる分子模型。

【0006】

(d) 特許第 2519562 号の分子模型

各々結合用スリットを備えた所定寸法の円形板 3 ~ 4 枚を各結合用スリットにより立体的な球状構造に組み立てることにより各原子模型を形成し、各原子模型を必要に応じて結合用スリットにより他の所定の原子模型と着脱自在に組み合わせることにより分子模型を形成し得るようにした分子模型。

30

なお、この分子模型は、本出願人(発明者)が提供したものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特許第 2519562 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

40

上記従来分子模型には下記の如き問題がある。

【0009】

(a) 球棒モデル

実際の原子間結合には存在しない連結棒を用いているため、初学者には原子相互の実際の結合状態が正しく理解し難い場合がある。

【0010】

(b) 針金モデル

実際にはあるべき原子の球体がなく、逆に存在しない針金よりなるものであるため、初学者には原子相互の結合状態が理解し難い場合がある。

【0011】

50

## (c) スチュアート模型 (空間充填模型)

実際の原子は、その電子雲が重なり合って結合するものであるが、スチュアート模型は原子を表わす各球体の一部を切除して結合面を形成し、各球体の該結合面を連結部材等の接合手段により相互に結合してなるものである。すなわち、スチュアート模型は、真の球体と実際の原子間の結合状態とを正しく表わすものではない。

## 【0012】

## (d) 特許第2519562号の分子模型

この分子模型は、原子模型が相互に重なり合って結合するという点においては実際の原子の結合状態を好ましく表現するものではあるが、結合用スリットを回転軸として原子模型を回転 (本願において「回転」とは角度を変更することをいう。) させることができないため、分子内における任意の配座の分子構造を設定することができない場合がある。また、この分子模型は、原子の球体を正しく表現していない。

10

## 【0013】

本発明は、従来の分子模型における上述の如き課題を解決し、実際の原子間結合を具体的に実感することができるだけでなく、分子模型を構成する各原子の球体を学習者が自ら所望の分子に組み立てることができると共に、一旦組み立てた分子模型を学習者が自ら分解し、結合部を中心に回転して所望の配座の分子構造に組み替えることができるようにした分子模型を提供しようとしてなされたものである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

上記課題を解決するために、本発明は、下記の分子模型を提供する。

20

## 【0015】

(1) 原子を表わす各球体には単数又は複数の嵌合手段を備えさせ、該嵌合手段は複数の溝部を該嵌合手段の中心部から平面視放射状に形成することにより相互に隣り合う溝部と溝部との間に楔部を残存させてなり、各球体の嵌合手段における各楔部を別の球体の嵌合手段における溝部に嵌脱自在に嵌合させることにより複数の球体を分離自在に相互に結合させるようにしたことを特徴とする分子模型 (請求項1)。

## 【0016】

(2) 前記各球体の嵌合手段においては、前記各溝部がそれぞれ同一の角度幅を備え、前記各楔部がそれぞれ同一の角度幅を備え、かつ、各溝部の角度幅と各楔部の角度幅とが相互に同一になるようにすると共に、相互に隣接する溝部の角度幅と楔部の角度幅との合計角度が各原子の結合回転角 (下記定義参照。) の公約数に相当する角度となし、以て、各球体の嵌合手段における各楔部を別の球体の嵌合手段における任意の溝部に嵌脱自在に嵌合させることができると共に、各球体を分子構造上相応しい配座の分子構造にさせることができるようになす (請求項2)。

30

## 【0017】

本出願において「結合回転角」とは、原子を表わす一つの球体 (1) の表面における各嵌合手段 (3) (3) の中心部 (7) (7) 間を相互に結ぶ二本の円弧状罫線 (11) (11) により形成される角度をいうものとする。例えば、図11における「結合回転角」 (13) は、原子を表わす一つの球体 (1) の表面において、第一の嵌合手段 (3a) の中心部 (7a) と第二の嵌合手段 (3b) の中心部 (7b) とを結ぶ第一の円弧状罫線 (11ab) と、当該第一の嵌合手段 (3a) の中心部 (7a) と第三の嵌合手段 (3c) の中心部 (7c) とを結ぶ第二の円弧状罫線 (11ac) との間の角度である。

40

因みに、同図において、第一の嵌合手段 (3a) の中心部 (7a) と球体 (1) の中心 (o) とを結ぶ直線 (15) と、該球体 (1) の中心 (o) と第三の嵌合手段 (3c) の中心部 (7c) とを結ぶ直線 (17) との間の角度 (19) は結合角である。

## 【0018】

(3) 相互に隣接する溝部の角度幅と楔部の角度幅との前記合計角度は、30度、15度、10度、6度又は5度である (請求項3)。

## 【0019】

50

(4) 前記嵌合手段における前記中心部からの半径と前記溝部の深さとを調整することにより、各球体間の結合距離を該球体が表わす原子間の結合距離に対応させる(請求項4)

。

【0020】

(5) 前記嵌合手段には該嵌合手段に対し嵌脱自在のカバーを備えさせる(請求項5)。

【発明の効果】

【0021】

[請求項1の発明]

原子を表わす各球体には単数又は複数の嵌合手段を備えさせ、該嵌合手段は複数の溝部を該嵌合手段の中心部から平面視放射状に形成することにより相互に隣り合う溝部と溝部との間に楔部を残存させてなり、各球体の嵌合手段における各楔部を別の球体の嵌合手段における溝部に嵌脱自在に嵌合させることにより複数の球体を分離自在に相互に結合させるようにしたため、この分子模型は、実際の原子がその電子雲を重なり合わせて原子間結合する形態と同様の結合形態を表わすことができ、学習者は実際の原子間結合を具体的に実感することができる。

10

【0022】

原子を表わす各球体は、連結部材等を使用することなく、嵌合手段により嵌脱自在に結合させることができるため、分子模型を極めて容易に、かつ、短時間で作成することができる。このため、複数の球体を相互に結合させた後、これらの球体を分離し、更に再び結合させることもできる。加えて、該嵌合手段は大型の球体と小型の球体とを支障なく結合

20

【0023】

各球体は、連結部材等を使用することなく、嵌合手段により嵌脱自在に結合させることができるため、この分子模型は部品数が少なく、製造コストが低い。

【0024】

[請求項2の発明]

各球体の嵌合手段においては、前記各溝部がそれぞれ同一の角度幅を備え、前記各楔部がそれぞれ同一の角度幅を備え、かつ、各溝部の角度幅と各楔部の角度幅とが相互に同一になるようにしたため、各球体の嵌合手段における各楔部を別の球体の嵌合手段における任意の溝部に嵌脱自在に嵌合させることができる。

30

【0025】

更に、各球体の嵌合手段においては、相互に隣接する溝部の角度幅と楔部の角度幅との合計角度が結合回転角の公約数に相当する角度であるため、各球体を分子構造上相応しい配座の分子構造にて結合させることができる。すなわち、学習者は、当初から各球体を分子構造上想定されるいろいろな配座の分子構造にすることができるだけでなく、このように一旦組み立てた各球体を分解した後、球体を嵌合手段の中心部を回転中心として回転させて所望する別の配座の分子構造に組み替えることができる。

【0026】

相互に隣接する溝部の角度幅と楔部の角度幅との合計角度が結合回転角の公約数に相当する角度であるという点について、下記に詳説する。

40

【0027】

図9に示す対角線型の立体配置における結合回転角は、180度である。

図10に示す正三角形型の立体配置における結合回転角は、180度である。

図11に示す正四面体型の立体配置における結合回転角は、120度である。

図12に示す正方形型の立体配置における結合回転角は、180度である。

図13に示す三角両錐型の立体配置における結合回転角は、120度及び90度である。

。

図14に示す正八面体型の立体配置における結合回転角は、90度である。

【0028】

50

しかして、分子構造上の立体配置的な問題として、結合している分子同士の立体的障害、すなわち隣り合う原子と原子との相互作用、のため、上記結合回転角である90度、120度、180度の中間の角度で安定して配座の分子構造をとる場合もある。すなわち、45度、60度、90度もあり得る。ただ、配座による異性体を扱う化学教材において、90度の中間の45度を話題にすることは殆どないため、60度、90度、120度、180度に対応することができる分子模型であれば良いといえる。

【0029】

ところで、球体を嵌合手段の中心部を回転中心として回転させて所望の配座の分子構造を得る際には、該球体は、相互に隣接する溝部の角度幅と楔部の角度幅との合計角度を単位として、回転させるのであるから、当該合計角度は60度、90度、120度、180度の公約数となる角度でなければならない。すなわち、当該合計角度は30度、15度、10度、6度、5度、3度、2度のいずれかでなければならない。

10

【0030】

因みに、当該合計角度を30度とした場合には、60度、90度、120度、180度の結合回転角を主体とした対角線型、正三角形型、正四面体型の立体配置の分子構造をとる炭素を中心とした有機化合物の配座異性体等の各種異性体に十分に対応させることができる。また、鉄や銅等の無機化合物がとる正方形型、三角両錐型及び正八面体型の立体配置についても、その結合角度が90度、120度、180度であるため、通常の分子構造には十分対応可能であると思われる。

【0031】

20

[請求項3の発明]

上述の如く、相互に隣接する溝部の角度幅と楔部の角度幅との前記合計角度は、30度、15度、10度、6度、5度、3度、2度のいずれかでなければならないのであるが、球体の強度を考慮すれば、当該合計角度は30度、15度、10度、6度又は5度であることが望ましい。

【0032】

[請求項4の発明]

嵌合手段における中心部からの半径と溝部の深さとを調整することにより、各球体間の結合距離を該球体が表わす原子間の結合距離に対応させることができるようにしたため、学習者は各分子特有の原子間結合距離に対応する結合距離を備えた分子模型を得ることができる。

30

【0033】

[請求項5の発明]

嵌合手段には該嵌合手段に対し嵌脱自在のカバーを備えさせているため、イオン化、配位結合等により結合数が増加する原子については、孤立電子対(非共有電子対)の嵌合手段を予め形成しておき、常時は該嵌合手段を該カバーにより塞いだ状態となし、必要時のみ該カバーを取り外して該嵌合手段を使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】図1は、原子を表わす球体の斜視図である。

40

【図2】図2は、同上球体の正面図である。

【図3】図3は、同上球体の平面図である。

【図4】図4は、図3のIV-IV線における断面図である。

【図5】図5は、図3のV-V線における断面図である。

【図6】図6は、球体の嵌合手段の一部を切除した状態を示す正面図である。

【図7】図7は、二つの球体を結合させた状態を示す正面図である。

【図8】図8は、アンモニア分子を表わす分子模型とカバーとを示す斜視図である。

【図9】図9は、対角線型に立体配置した嵌合手段数2の原子を表わす球体と嵌合手段とを示す説明図である。

【図10】図10は、正三角形型に立体配置した嵌合手段数3の原子を表わす球体と嵌合

50

手段とを示す説明図である。

【図 1 1】図 1 1 は、正四面体型に立体配置した嵌合手段数 4 の原子を表わす球体と嵌合手段とを示す説明図である。

【図 1 2】図 1 2 は、正方形型に立体配置した嵌合手段数 4 の原子を表わす球体と嵌合手段とを示す説明図である。

【図 1 3】図 1 3 は、三角両錐型に立体配置した嵌合手段数 5 の原子を表わす球体と嵌合手段とを示す説明図である。

【図 1 4】図 1 4 は、正八面体型に立体配置した嵌合手段数 6 の原子を表わす球体と嵌合手段とを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0035】

符号 1 に示すものは原子を表わす球体である。球体 1 は、例えば A B S 樹脂等の合成樹脂により形成する。

【0036】

各球体 1 には単数又は複数の嵌合手段 3 を備えさせる。該嵌合手段 3 は、複数の溝部 5、5・・・を該嵌合手段 3 の中心部 7 から平面視放射状に形成することにより相互に隣り合う溝部 5 と溝部 5 との間に楔部 9 を残存させてなるものである。

【0037】

各球体 1 の嵌合手段 3 における各楔部 9、9・・・を別の球体 1 の嵌合手段 3 における溝部 5、5・・・に嵌脱自在に嵌合させることにより複数の球体 1、1・・・を分離自在に相互に結合させるようになす。

20

【0038】

各球体 1 の嵌合手段 3 においては、前記各溝部 5、5・・・がそれぞれ同一の角度幅 6 を備え、前記各楔部 9、9・・・がそれぞれ同一の角度幅 6' を備え、かつ、各溝部 5 の角度幅 6 と各楔部 9 の角度幅 6' とが相互に同一になるようにし、以て、各球体 1 の嵌合手段 3 における各楔部 9、9・・・を別の球体 1 の嵌合手段 3 における任意の溝部 5、5・・・に嵌脱自在に嵌合させることができるようになす。図 3 参照。

【0039】

更に、各球体 1 の嵌合手段 3 においては、相互に隣接する溝部 5 の角度幅 6 と楔部 9 の角度幅 6' との合計角度 6a が結合回転角 13 の公約数に相当する角度となし、各球体 1 を分子構造上相応しい配座の分子構造にさせることができるようになす。

30

【0040】

相互に隣接する溝部 5 の角度幅 6 と楔部 9 の角度幅 6' の前記合計角度 6a は、好ましくは、30度、15度、10度、6度又は5度である。

【0041】

なお、前述の如く、球体 1 を嵌合手段 3 の中心部 7 を回動中心として回動させて所望の配座の分子構造を得る際には、該球体 1 は、相互に隣接する溝部 5 の角度幅 6 と楔部 9 の角度幅 6' との合計角度 6a を単位として、回動させるのである。したがって、嵌合手段 1 における溝部 5 と楔部 9 との配列は、前記円弧状罫線 11 を基準として、すべての球体 1 について共通でなければならない。すなわち、図 9 ~ 図 1 4 に示すように、一つの溝部 5 又は楔部 9 の一側縁を円弧状罫線 11 に一致させた状態で、時計方向又は反時計方向に、溝部 5 と楔部 9 とを交互に配設する。

40

【0042】

嵌合手段 3 における中心部 7 からの半径 21 (図 3 参照。) と溝部 5 の深さ 23 (図 5 参照。) とを調整することにより、各球体 1、1 間の結合距離を該球体 1、1 が表わす原子間の結合距離に対応させる。図 6 に示す事例においては、嵌合手段 3 における中央部 24 を切除することにより、溝部 5 の深さ 23 を浅くしている。

【0043】

嵌合手段 3 における中心部 7 からの半径 21 と溝部 5 の深さ 23 とは、各原子ごとの結合距離の値に応じて定める。

50

(結合距離の値 nm)

H - H のH : 0.074      O - O のO : 0.121      N - N のN : 0.110  
 C - C のC : 0.154      C = C の C : 0.140      C C のC : 0.120  
 Cl - ClのCl : 0.200

【 0 0 4 4 】

なお、各球体 1、1 間の結合距離を球体 1 の倍率（一例として 1 億倍）よりやや大きく（一例として 1.5 億倍）すると、溝部 5 の深さ 2 3 を浅めに調整することができ、各球体 1 の製作が容易になる。

【 0 0 4 5 】

嵌合手段 3 には、好ましくは、該嵌合手段 3 に対し嵌脱自在のカバー 2 5 を備えさせる。図 8 参照。該カバー 2 5 は、嵌合手段 3 の溝部 5、5・・・に対し嵌脱自在の楔部 9' を備えている。

10

【 0 0 4 6 】

水素、酸素、チッ素、炭素等の各種原子を表わす各球体 1 の嵌合手段 3 は、当該原子の混成軌道により定まる立体配置に基づいて、各球体 1 に必要数配設する。図 9 ~ 図 1 4 参照。

【 0 0 4 7 】

原子を表わす球体 1 は、次に示す各種原子のファンデルワールス半径に比例した大きさを備えさせるものとする。

(主な原子のファンデルワールス半径nm)

H : 0.012    N : 0.015    O : 0.014    Cl : 0.018    C : 0.017・・・

20

【 0 0 4 8 】

各種原子を表わす球体 1 を製作する際には、球体 1 に形成する嵌合手段 3 の位置関係、ファンデルワールス半径の 1 億倍とした場合の球体 1 の半径 (mm)、さらに原子間の結合距離を 1.5 億倍とした場合の溝部 5 の深さ 2 3 と嵌合手段 3 の半径 2 1 とを、下記の通りとする。

【 0 0 4 9 】

(1) 水素原子

1S 電子軌道の水素原子は、球体 1 の 1 箇所に嵌合手段 3 を備えさせた図 1、図 2 に示す球体 1 とする。

30

球体の半径 : 12mm      溝部の深さ : 11mm      嵌合手段の半径 : 10mm

【 0 0 5 0 】

(2) 炭素原子 (一重結合型)

SP<sup>3</sup> 混成軌道の炭素原子は、嵌合手段 3 を 4 箇所に備えさせた図 1 1 に示す球体 1 により表わされる。

嵌合手段 3 a、3 b、3 c、3 d における中心部 7 a、7 b、7 c、7 d 間の球面上の距離は、

$$2 R \times 109.5^\circ / 360^\circ = 1.91 \cdot R \text{ mm} \quad (R: \text{半径})$$

とする。

嵌合手段 3 a、3 b、3 c、3 d における中心部 7 a、7 b、7 c、7 d 間の球面上の結合回転角 (7 a・7 b・7 c 等) を 1 2 0 度とすることにより、正四面体型の結合構造が得られる。

40

球体の半径 : 17mm      溝部の深さ : 12mm      嵌合手段の半径 : 13mm

【 0 0 5 1 】

(3) 炭素原子 (二重結合・共鳴構造型)

SP<sup>2</sup> 混成軌道の炭素原子は、球体表面の同一円周上に嵌合手段 3 を 3 箇所に備えさせた図 1 0 に示す球体 1 により表わされる。球体 1 表面の嵌合手段 3 a、3 b、3 c における中心部 7 a、7 b、7 c 間の間隔は、球体 1 の最大円周の 1 / 3 とすることにより、正三角形型の結合構造が得られる。

球体の半径 : 17mm      溝部の深さ : 14mm      嵌合手段の半径 : 15mm

50

## 【 0 0 5 2 】

## ( 4 ) 炭素原子 ( 三重結合型 )

SP混成軌道の炭素原子は、球体 1 の中心を貫く直線の両端に対応する球体 1 上の位置に嵌合手段 3 をそれぞれ備えさせた図 9 に示す球体 1 により表わされる。一方の嵌合手段 3 a は上記 ( 2 ) 炭素原子 ( 一重結合 ) の嵌合手段と同様とし、他方の嵌合手段 3 b は三重結合を模して次のようにする。

球体の半径 : 17mm      溝部の深さ : 17mm      嵌合手段の半径 : 16mm

## 【 0 0 5 3 】

## ( 5 ) 酸素原子 ( 一重結合型 )

SP<sup>3</sup>混成軌道の酸素原子は、嵌合手段 3 を 4 箇所にも備えさせた図 1 1 に示す球体 1 とするが、嵌合手段は 2 箇所のみとする。

球体の半径 : 14mm      溝部の深さ : 10mm      嵌合手段の半径 : 11mm

## 【 0 0 5 4 】

## ( 6 ) 酸素原子 ( 共鳴構造型 )

SP<sup>2</sup>混成軌道の酸素原子は、球体表面の同一円周上に嵌合手段 3 を 3 箇所にも備えさせた図 1 0 に示す球体 1 とするが、嵌合手段は 2 箇所のみとする。

球体の半径 : 14mm      溝部の深さ : 10mm      嵌合手段の半径 : 11mm

## 【 0 0 5 5 】

## ( 7 ) チツソ原子 ( 一重結合型 )

SP<sup>3</sup>混成軌道のチツ素原子は、通常の結合数は 3 である。イオン化や配位結合する場合は結合数 4 となる。そこで、嵌合手段 3 を 4 箇所にも備えさせた図 1 1 に示す正四面体型立体配置の球体 1 をチツソ原子として用い、通常は孤立電子対部分の嵌合手段 3 をカバー 2 5 により塞ぎ、結合数を 3 とする。

球体の半径 : 15mm      溝部の深さ : 11mm      嵌合手段の半径 : 12mm

## 【 0 0 5 6 】

## ( 8 ) チツソ原子 ( 共鳴構造型 )

SP<sup>2</sup>混成軌道のチツ素原子は、球体表面の同一円周上に嵌合手段 3 を 3 箇所にも備えさせた図 1 0 に示す球体 1 とする。

球体の半径 : 15mm      溝部の深さ : 11mm      嵌合手段の半径 : 12mm

## 【 0 0 5 7 】

## ( 9 ) 塩素原子模型

塩素原子は、球体の一箇所に嵌合手段 3 を備えさせた図 1、図 2 に示す球体とする。

球体の半径 : 18mm      溝部の深さ : 10mm      嵌合手段の半径 : 12mm

## 【 0 0 5 8 】

## ( 1 0 ) その他の球体

dSP<sup>2</sup>混成軌道の銅やニッケル原子など、結合数 4 の正方形型の原子の場合は、図 1 2 に示す球体 1 に基づいて製作する。

SP<sup>3</sup>d混成軌道のリン原子など、結合数 5 の三角両錐型の原子の場合は、図 1 3 に示す球体 1 に基づいて製作する。

d<sup>2</sup>SP<sup>3</sup>混成軌道やSP<sup>3</sup>d<sup>2</sup>混成軌道の鉄原子、硫黄原子、銅原子など、結合数 6 の正八面体型の原子の場合は、図 1 4 に示す球体 1 に基づいて製作する。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 9 】

- 1 球体
- 3 嵌合手段
- 5 溝部
- 6 角度幅
- 6 ' 角度幅
- 6 a 合計角度
- 7 中心部

10

20

30

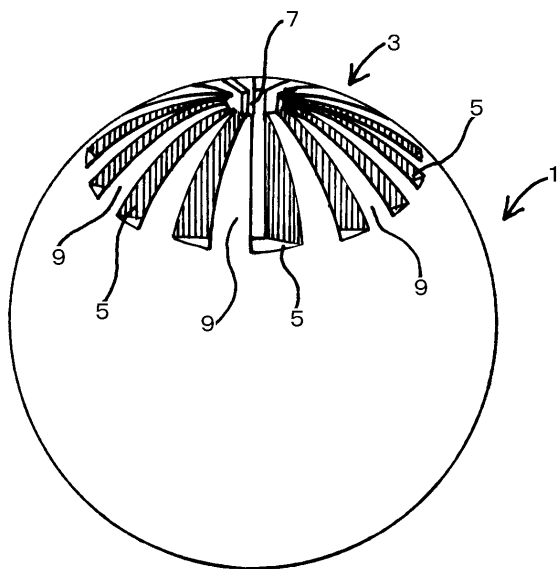
40

50

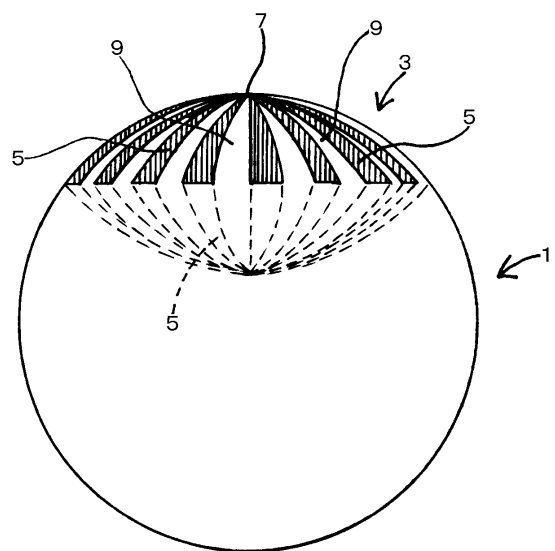


- 9 楔部
- 9' 楔部
- 1 1 円弧状罫線
- 1 3 結合回転角
- 1 5 直線
- 1 7 直線
- 1 9 角度
- 2 1 半径
- 2 3 深さ
- 2 4 中央部
- 2 5 カバー

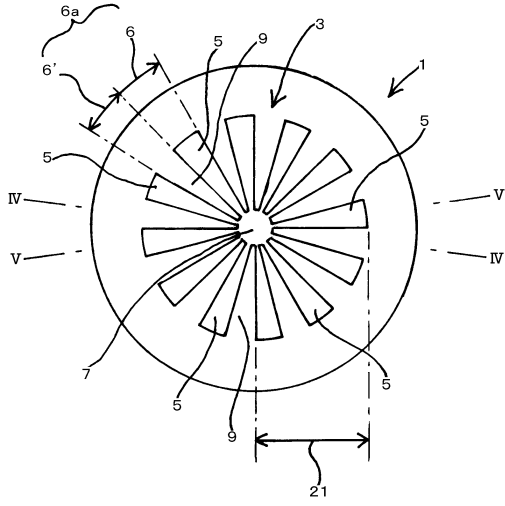
【図1】



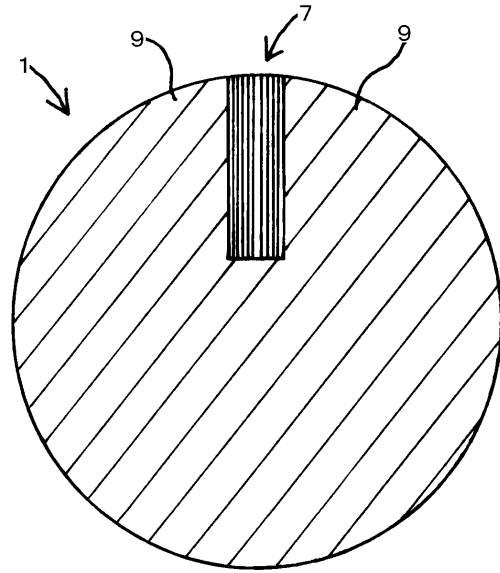
【図2】



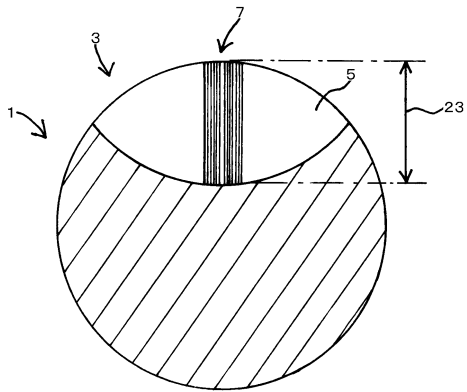
【 図 3 】



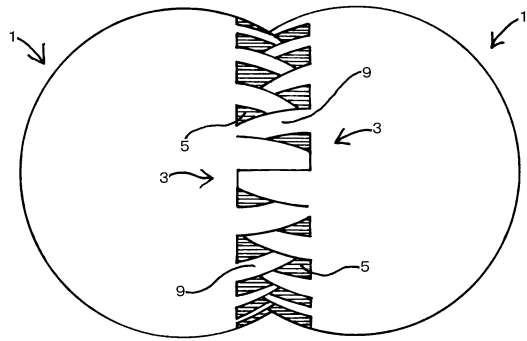
【 図 4 】



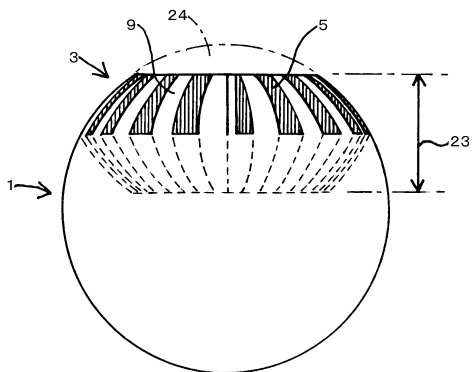
【 図 5 】



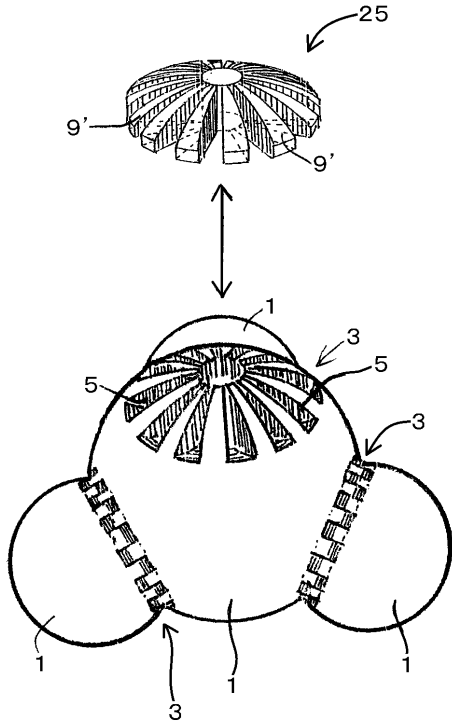
【 図 7 】



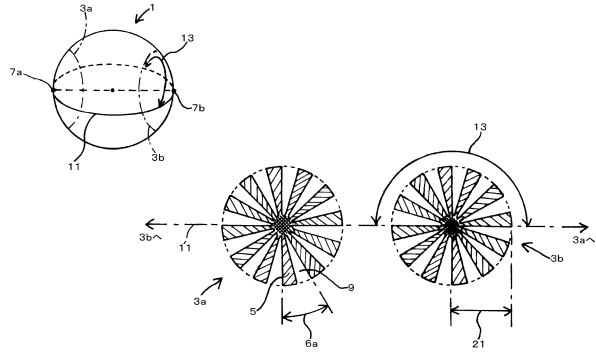
【 図 6 】



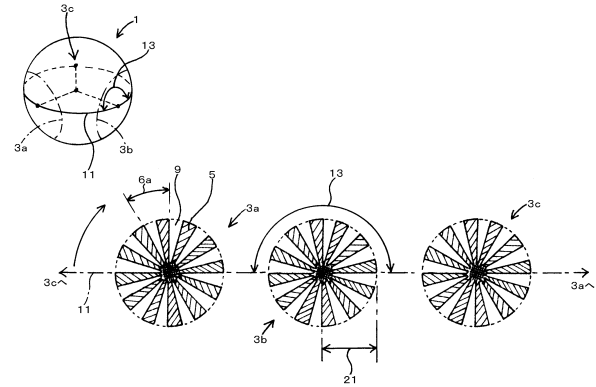
【 8 】



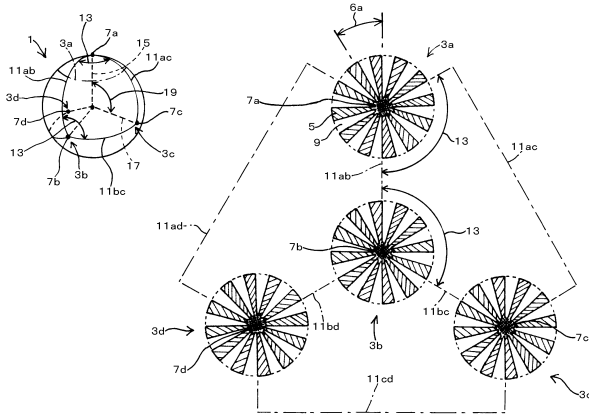
【 9 】



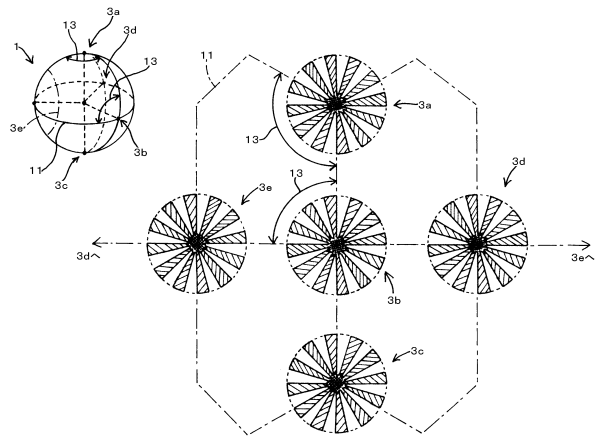
【 10 】



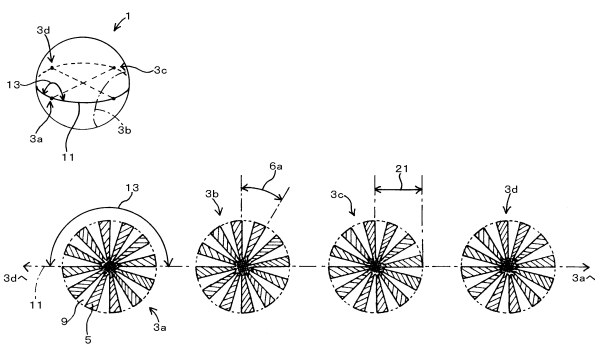
【 11 】



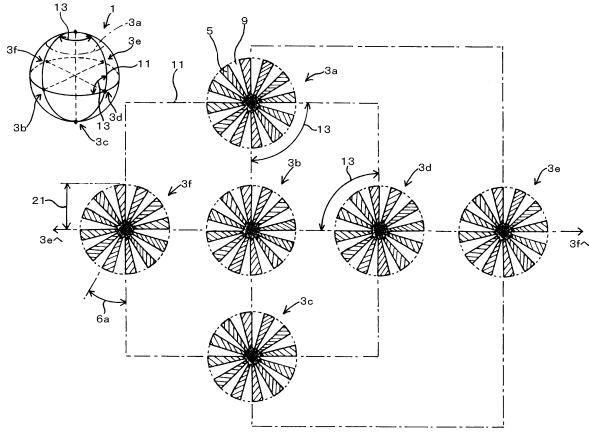
【 13 】



【 12 】



【 図 14 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭51-084667(JP,U)  
国際公開第2013/079610(WO,A1)  
米国特許出願公開第2006/0099877(US,A1)  
米国特許第5947745(US,A)  
特開2004-325862(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G09B23/20、23/26  
A63H 1/00-37/00