

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
C07F 5/06		C07F 5/06	A
B01J 31/00		B01J 31/00	Z
C07C 45/69		C07C 45/69	
47/445		47/445	
C08G 79/00		C08G 79/00	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平10 - 56701	(71)出願人	396020800 科学技術振興事業団 埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号
(22)出願日	平成10年(1998) 3月 9日	(72)発明者	青山 安宏 福岡県宗像郡福間町若木台 1 - 8 - 1
		(72)発明者	出羽 毅久 福岡県福岡市東区箱崎 3 - 8 - 22 モアフ ィールド箱崎 I I - 1307
		(74)代理人	弁理士 西澤 利夫

(54) 【発明の名称】 多孔質アポホスト複合体

(57) 【要約】

【課題】 アポホストの構造の制御、その修飾により、触媒等として有用な、新しい金属複合体を提供する。

【解決手段】 水素結合により微細空孔構造を形成可能としている有機アポホストに周期律表第 3 族元素もしくはその化合物のうちの少くとも 1 種のもので複合化されているものとする。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水素結合により微細空孔構造を形成可能としている有機アポホストに周期律表第 3 族元素もしくはその化合物のうちの少くとも 1 種のもが複合化されていることを特徴とする多孔質アポホスト複合体。

【請求項 2】 有機アポホストは、水素結合による 3 次元の展開構造を有している請求項 1 の複合体。

【請求項 3】 周期律表第 3 族元素もしくはその化合物のうちの少くとも 1 種のもは、有機アポホストの水素結合を形成する官能基の酸素もしくは窒素原子と金属原子との結合により複合化されている請求項 1 または 2 の複合体。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかの複合体からなる有機合成反応用触媒。

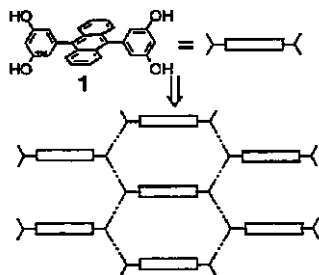
【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この出願の発明は、多孔質アポホスト複合体に関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、触媒、光応答材料、有機電子材料等の機能性材料として有用な、多孔質三次元構造を持つ、新規な有機アポホスト複合体に関するものである。

【0002】

【従来の技術とその課題】従来より、ゼオライトをはじめ



【0006】前記のビスレゾルシン誘導体(1)およびモノレゾルシン誘導体(2)は、適当な溶媒から結晶化させると溶媒分子をゲストと含む共結晶が得られ、その構造は、2次元あるいは1次元鎖が相互にからみあった擬2次元水素結合ネットワークを構成する。そしてこのネットワーク構造により形成される微細空孔にはゲスト分子が極めて選択的に取り込まれ、ゲスト分子を除くと多結晶性のアポホストが得られる。

【0007】このアポホストは、固相において気体、液体あるいは固体状態のゲストを取込み単結晶構造を回復する。ゲスト分子の交換も容易である。たとえば以上のような有機アポホストについては、微細空孔は次のような特徴を有している。

< 1 > 水素結合ネットワークを構成しているが、単独の状態では、所定の大きさの微細空孔がそのものとして存在しているわけではない。むしろ空孔がつぶれた状態として存在している。

< 2 > だが、種々の状態(気体、液体、固体等)のゲスト分子を微細空孔に取込んで固相錯形成する。このゲスト

10

20

40

50

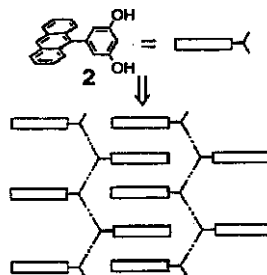
めとする微細空孔を持つ無機質材料が、ガス分離、排ガス処理、さらには各種の有機合成反応のための吸着材や触媒等として広く利用されてきており、有機材料についても、微細空孔を持つ多孔質材についての検討や開発が進められてきている。

【0003】空孔を持つ有機材料としては、これまでも発泡樹脂やゾル-ゲル変態を利用した樹脂、あるいは、プラズマや電子ビーム処理した樹脂膜等が知られているが、空孔の大きさが、原子、分子レベルの微細空孔の大きさにまで制御され有機合成反応の触媒等としての利用も可能な多孔質有機材料についてはほとんど知られていない。

【0004】このような状態において、この出願の発明者らは、これまでに全く知られていない新規な多孔質有機物質として、水素結合による三次元網状組織として微細空孔構造を形成可能としている有機アポホストを開発し、この物質の構造、特性、その利用性について具体的に報告した。この有機アポホストは、たとえば次のようなアントラセンのビスレゾルシン誘導体(1)またはモノレゾルシン誘導体(2)によって形成されるものである。

【0005】

【化1】



ト分子の包接により単結晶構造が回復される。

【0008】ゲスト分子の捕捉により、協同的な構造変化が起きることになる。前記のアントラセン・ビスレゾルシン誘導体(1)により形成される有機アポホストの場合の空孔は、その大きさが、約 $1.4 \times 10 \times 7$ であって、アクロレインと1, 3-シクロヘキサジェンの空孔内への同時取込みによる立体選択的なディールズ・アルダー反応の触媒作用を示すことも確認されている。

【0009】以上のとおりの有機アポホストは、「有機ゼオライト」と称してもよいものであって、今後の技術的発展が大いに注目されているものである。実際、この出願の発明者らにとっては、これまでのアポホストの触媒活性が、空孔への取込みと、本来それほど強くないフェノール性水酸基の水素結合あるいは酸触媒能に左右されるものと考えられることから、その触媒能の向上を図ること、そして、さらなる機能の拡大のためにも、微細空孔の構造や水素結合の制御、修飾を可能とすることが重要な課題となっていた。

【0010】この出願の発明は、以上のとおりの背景よ

りなされたものであって、有機アポホストの機能性の拡大と、そのための構造的制御、修飾のための新しい技術手段を提供することを課題としている。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】この出願は、上記の課題を解決するために、第 1 の発明として、水素結合により微細空孔構造を形成可能としている有機アポホストに周期律表第 3 族元素もしくはその化合物のうちの少なくとも 1 種のもが複合化されていることを特徴とする多孔質アポホスト複合体を提供する。

【 0 0 1 2 】また、この出願は、第 1 の発明に関連して、第 2 の発明として、有機アポホストは、水素結合による 3 次元の展開構造を有している前記複合体を、第 3 の発明として、周期律表第 3 族元素もしくはその化合物のうちの少なくとも 1 種のもは、有機アポホストの水素結合を形成する官能基の酸素もしくは窒素原子と金属原子との結合により複合化されている前記複合体を提供する。

【 0 0 1 3 】さらにまた、この出願は、第 4 の発明として、前記の第 1 ないし第 3 の発明のいずれかの複合体からなる有機合成反応用触媒をも提供する。

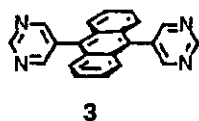
【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】この出願の発明は以上のとおりの特徴を持つものであるが、以下にその実施の形態について説明する。この発明の多孔質アポホスト複合体は、その基本は、

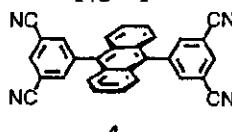
< 1 > 水素結合により微細空孔を形成可能としている有機アポホスト

< 2 > 周期律表第 3 族元素もしくはその化合物のうちの 1 種以上のものにより構成されている。

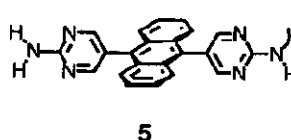
【 0 0 1 5 】前者のアポホストについては、前記のとお



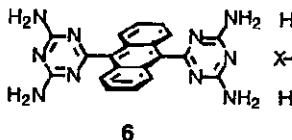
3



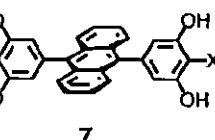
4



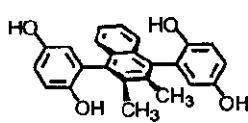
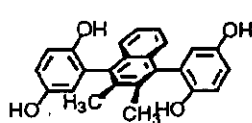
5



6



7

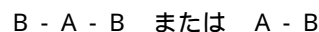


8

【 0 0 1 9 】化合物 (7) における符号 X は、たとえばハロゲン原子、 - S H 、 - N H 2 、 - C N 、 - C O N H

りのアントラセンとビスレゾルシン誘導体 (1) またはモノレゾルシン誘導体 (2) をはじめとする各種のものにより形成されるものであってよい。これらのアポホストを形成する単位化合物は、いずれのものにあっても、水素結合によるネットワークを構成するものであって、その微細空孔は、前記のとおりの特徴を持つものとして考慮される。

【 0 0 1 6 】水素結合を形成するとの要件からは、代表的には、 - O H (水酸基) 、あるいは - N H 2 (アミノ基) もしくは他の窒素含有基を持ち、また、その結合のネットワークにより 3 次元性の微細空孔の形成を可能とするとの要件からは、たとえば一般式



(式中の A は、置換基を有していてもよい多環の芳香族炭化水素基または複素環基を示し、B は、水酸基もしくはアミノ基ないしは他の窒素含有基を持ち、さらに適宜に他の置換基を有してもよい単環の芳香族炭化水素基または複素環基を示す) で表わされるものが代表的なものとして例示される。たとえば前記 A の多環の芳香族炭化水素基としては、アントラセン、フェナントレン、ナフタレン、ピレン等の芳香核を持ち、さらに適宜な置換基を有していてもよい多環芳香族炭化水素基が例示される。また複素環基としては、ピリジン環、ジアジン環、トリアジン環、ピロジン環等を基本とした多環の複素環基が例示される。

【 0 0 1 7 】前記 A についても同様に各種のものが考慮されることになる。有機アポホストについては、次に例示した単位化合物 (3) (4) (5) (6) (7) (8) 等も考慮される。

【 0 0 1 8 】

【化 2】

30

2 、 - O C O N H 2 等である。このうちの化合物 (8) 50 においては、不斉構造が構成されており、不斉触媒反応

等に効果的に用いられることが考慮される。たとえば以上のアポホストに複合化されるこの発明の周期律表第 3 族の元素は、アルミニウム (Al)、ほう素 (B)、ガリウム (Ga)、インジウム (In)、あるいは希土類元素としてのスカンジウム (Sc)、イットリウム (Y)、ランタニド類等である。複合化は、これらの元素、もしくはその化合物において構成される。

【 0 0 2 0 】この複合化による構造は、アポホストの水素結合への前記元素の配位によるもの、たとえば O - H ... O - H の水素結合では、O - Mⁿ⁺ - O の配位ネットワークの形成として、N - H ... N - H の水素結合では、N - Mⁿ⁺ - N の配位ネットワークの形成として、さらに場合によっては、アポホスト微細空孔内への取込み等によるものとして考慮される。

【 0 0 2 1 】化合物としては、無機化合物、たとえばハロゲン化物、鉱酸塩等、あるいは有機化合物、たとえば有機酸塩、アルコキシド、アミン塩、錯塩、有機錯体、あるいは有機金属化合物等の各種のものであってよい。この発明の多孔質アポホスト複合体においては、アポホストを構成する単位化合物の数や微細空孔の大きさは、単位化合物や前記元素の化合物の種類、そして単位化合物と前記の元素もしくはその化合物との使用割合、溶媒の種類、処理温度等によりコントロールされることになる。使用目的、たとえば触媒への利用等の目的、用途に応じてこれらの選択がなされることになる。

【 0 0 2 2 】この発明の複合体は、たとえばアポホストを、前記の金属もしくはその化合物の溶液ないしは分散液と混合することによって容易に製造することができる。固体として存在するアポホストを混合してもよいし、あるいはアポホストを形成する前記の単位化合物を用いてもよい。そして、この発明の多孔質アポホスト複合体については、触媒や光応答材料、電子材料等としての利用が可能である。

【 0 0 2 3 】有機アポホストの微細空孔内への取込みによる反応基質の近接効果と、前記の元素もしくはその化合物の配位や取込みにもなるルイス酸触媒効果とによって、ディールス・アルダー反応等が触媒的に進行されることになる。また、アポホストの微細空孔内への光応答物質の取込みにもなって、配位金属との相互作用により新しい光材料、電子材料の展開が可能とされる。

【 0 0 2 4 】以下、実施例を示し、さらに詳しく説明する。

【 0 0 2 5 】

【実施例】 (実施例 1) 複合体の製造

① 前記の単位化合物としてのアントラセン - ビスレゾルシン誘導体 (1) : C₂₆H₁₄(OH)₄ を、酢酸エチ

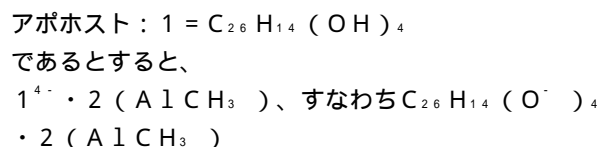
ル溶媒から結晶化させて、酢酸エチル溶媒の 2 分子をゲストとして含む共結晶を得た。揮発性の溶媒としての酢酸エチルを熱的に取除くことによりこのゲストを含まない多結晶性のアポホスト : 1 を得た。

【 0 0 2 6 】このものは高い熱安定性を示し、300 において融解も分解も受けず、変色も認められなかった。また、酢酸エチルを液体ゲストとして混合したところ、アポホスト : 1 は、化学量論的 (1 : 2) に 2 分子の酢酸エチルを包接して付加体を形成した。この付加体の X 線粉末パターンは、再結晶により得られた単結晶サンプルと同一であり、ゲストの包接により局所的な単結晶構造が回復されることが確認された。

【 0 0 2 7 】また、アポホスト : 1 については、液体窒素温度において、窒素吸着の標準 BET 分析により、その比表面積は、A = 7 m² / g であった。

② トリメチルアルミニウム : Al (CH₃)₃ のトルエン溶液を前記のアポホスト : 1 のベンゼンまたは 1、3 - シクロヘキサジェン懸濁液に加え、これを室温において窒素雰囲気下に 2 4 時間攪拌した。溶液を遠心分離によって除き、得られた粉末を 80 度で 1 ~ 2 日間真空下に乾燥した。

【 0 0 2 8 】また、この粉末は、元素分析値が C , 70 . 6 3 ; H , 4 . 5 4 ; Al , 1 1 . 1 (原子吸光および / または蛍光 X 線による元素分析で) であった。この値は、



に相当する計算値の C , 70 . 8 9 ; H , 4 . 2 5 ; Al , 1 1 . 4 によく一致した。また、CPMAS (c = - 9 p p m) やメタンの発生を検出することにより C H₃ - Al の存在を別途確認できた。

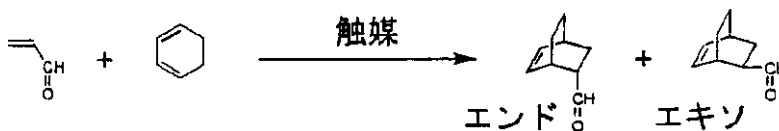
【 0 0 2 9 】③ また、前記アポホスト : 1 の場合と同様にして BET 比表面積を評価したところ、A = 2 4 0 m² / g と、アポホスト : 1 に比べて、約 3 0 倍以上であることが確認された。以上の結果から、付加体としてのこの実施例の多孔質アポホスト複合体は、その微細空孔は、アポホスト : 1 の場合に比べて、より大きな割合を占めていることがわかる。

(実施例 2) 触媒作用

実施例 1 により得られた複合体を、次式のアクロレインと 1、3 - シクロヘキサジェンとのディールズ・アルダー反応における触媒として使用した。

【 0 0 3 0 】

【化 3】



【 0 0 3 1 】前記付加体としての多孔質アポホスト複合体は、アクロレインと 1, 3 - シクロヘキサジェンとの系には全く溶けないで、固体状態として存在している。反応は、3 mol % の使用として、25 で、窒素雰囲気下において行った。アクロレイン / 1, 3 - シクロヘキサジェンの使用割合 (モル比) は 1 / 2 0 とした。反応の触媒活性を Timecourses として半減期を評価し、ま

た、エンド / エキソ体比の生成の立体選択性を評価した。

【 0 0 3 2 】比較のために、触媒を全く使用しない場合、アポホスト : 1 を触媒とした場合についても評価した。その結果を表 1 に示した。

【 0 0 3 3 】

【表 1】

触 媒	半減期	エンド / エキソ
なし	5 0 0 h	9 0 / 1 0
アポホスト	5 0 h	9 5 / 5
A 1 - アポホスト	< 1 m i n	> 9 9 / 1

【 0 0 3 4 】表 1 の結果からは、この発明の実施例の複合体の触媒活性は極めて高く、また、立体選択性も非常に高いことがわかる。

(実施例 3) 触媒作用

実施例 2 におけるアクロレインに代えてアクリル酸エチルを用いて、このアクリル酸エチルと 1, 3 - シクロヘキサジェンとのディールス・アルダー反応に実施例 1 の複合体を触媒して使用した。

【 0 0 3 5 】反応は 6 0 において行ったが、3 mol % の複合体の使用により、半減期 4 . 3 時間の触媒活性

と、極めて高い立体選択性 (エンド / エキソ = 1 0 0 / 0) が得られることが確認された。一方、アポホスト : 1 の場合には、触媒反応は全く進行しなかった。

【 0 0 3 6 】

【発明の効果】以上詳しく説明したように、この出願の発明によって、たとえばルイス酸触媒等の触媒能に優れた、機能性の高い新しい多孔質有機アポホスト複合体が提供される。アポホスト体の構造の制御、その修飾について新しい技術の発展を促すことになる。

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

// C 0 7 B 61/00
C 0 7 D 239/26
251/18

識別記号

3 0 0

F I

C 0 7 B 61/00
C 0 7 D 239/26
251/18

3 0 0

A