

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5025872号
(P5025872)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int.Cl.

F I

C O 4 B 14/04 (2006.01)

C O 4 B 14/04 A

C O 4 B 14/14 (2006.01)

C O 4 B 14/14

C O 4 B 16/02 (2006.01)

C O 4 B 16/02 Z

C O 4 B 28/04 (2006.01)

C O 4 B 28/04

E O 4 C 2/06 (2006.01)

E O 4 C 2/06

請求項の数 36 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2001-567653 (P2001-567653)
 (86) (22) 出願日 平成13年3月9日(2001.3.9)
 (65) 公表番号 特表2003-527288 (P2003-527288A)
 (43) 公表日 平成15年9月16日(2003.9.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/007948
 (87) 国際公開番号 W02001/068547
 (87) 国際公開日 平成13年9月20日(2001.9.20)
 審査請求日 平成20年3月10日(2008.3.10)
 (31) 優先権主張番号 60/189,235
 (32) 優先日 平成12年3月14日(2000.3.14)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 09/803,456
 (32) 優先日 平成13年3月9日(2001.3.9)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 510092904
 ジェイムズ ハーディー テクノロジー
 リミテッド
 JAMES HARDIE TECHNO
 LOGY LIMITED
 アイルランド国 2 ダブリン ハーコート
 ストリート ハーコート センター
 セカンド フロアー ヨーロッパ 하우스
 (番地なし)
 (74) 代理人 100123788
 弁理士 宮崎 昭夫
 (74) 代理人 100106138
 弁理士 石橋 政幸
 (74) 代理人 100127454
 弁理士 緒方 雅昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低密度添加剤を含むファイバーセメント建築材料

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

建築材料を形成するのに用いられる建築材料用配合物であって、

該配合物が、下記成分を含む建築材料用配合物：

ポルトランドセメント

配合物の5～80重量％；

骨材

配合物の80重量％未満；

セルローズ繊維のみ

配合物の4重量％超；及び

建築材料の密度を 1.2 g/cm^3 以下に低下させ、建築材料の水分膨張率を0.17％以下のレベルに維持するように、同重量で該骨材を置き換える量である、火山灰、ミクロスフェア又はこれらの混合物を含む低密度添加剤。

【請求項 2】

前記建築材料の密度が、 $0.5 \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$ である請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項 3】

前記建築材料の密度が、 $0.9 \sim 1.1 \text{ g/cm}^3$ である請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項 4】

前記低密度添加剤のメジアン粒子径が、 $20 \sim 120 \mu\text{m}$ である請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項 5】

前記低密度添加剤が、さらに第2の低密度添加剤がブレンドされているミクロスフェアである請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項6】

前記火山灰が、2～50重量%である請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項7】

前記火山灰が、膨張火山灰である請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項8】

前記膨張火山灰が、2～25ポンド/立方フィート(0.032～0.40g/cm³)のかさ密度を有する請求項7に記載の建築材料用配合物。

【請求項9】

前記膨張火山灰が、20～100μmのメジアン粒子径を有する請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項10】

ミクロスフェアが、80～120μmのメジアン粒子径を有する請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項11】

5～30重量%のミクロスフェアを含む請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項12】

前記ミクロスフェアが、セノスフェアである請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項13】

前記第2の低密度添加剤が膨張ポリスチレンビーズ、クレイ、パーミキュライト、パーライトおよびケツ岩の1つを含む請求項5に記載の建築材料用配合物。

【請求項14】

前記第2の低密度添加剤が火山灰である請求項5に記載の建築材料用配合物。

【請求項15】

前記第2の低密度添加剤が低かさ密度のケイ酸カルシウム水和物である請求項5に記載の建築材料用配合物。

【請求項16】

配合物が30重量%までの低かさ密度のケイ酸カルシウム水和物を含む請求項15に記載の建築材料用配合物。

【請求項17】

4.1～15重量%のセルロース繊維を含む請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項18】

前記骨材がシリカ骨材である請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項19】

前記骨材が粉末にしたシリカである請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項20】

前記建築材料が、内装用建築用パネル、外装用建築用パネル、壁用タイルの裏打ち板、床用タイルの裏打ち板、サイディング、下端、周り縁、屋根ふき材、塀材及びデッキ材の1つ以上である請求項1に記載の建築材料用配合物。

【請求項21】

サイディング、屋根ふき、塀及びデッキへの請求項1記載の建築材料用配合物の使用。

【請求項22】

建築材料であって、

下記成分を含む建築材料用配合物からなる建築材料：

ポルトランドセメント

配合物の5～80重量%；

骨材

配合物の80重量%未満；

セルロース繊維のみ

配合物の4重量%超；及び

建築材料の密度を1.2g/cm³以下に低下させ、建築材料の水分膨張率を0.17%以下のレベルに維持するように、同重量で該骨材を置き換える量である、火山灰、ミク

10

20

30

40

50

ロスフェア又はこれらの混合物を含む低密度添加剤。

【請求項 2 3】

前記建築材料の密度が、 $0.5 \sim 1.2 \text{ g / cm}^3$ である請求項 2 2に記載の建築材料。

【請求項 2 4】

前記建築材料の密度が、 $0.9 \sim 1.1 \text{ g / cm}^3$ である請求項 2 2に記載の建築材料。

【請求項 2 5】

前記低密度添加剤のメジアン径が、 $20 \mu\text{m} \sim 120 \mu\text{m}$ である請求項 1 に記載の建築材料。

10

【請求項 2 6】

前記低密度添加剤が、膨張火山灰である請求項 2 2に記載の建築材料。

【請求項 2 7】

前記配合物が、 $2 \sim 50\%$ の火山灰を含む請求項 2 2に記載の建築材料。低密度添加剤が請求項 1 に記載の建築材料。

【請求項 2 8】

前記低密度添加剤が、セノスフェアである請求項 2 2に記載の建築材料。

【請求項 2 9】

前記配合物が、セラミックミクロスフェアに加えて第 2 の低密度添加剤をさらに含む請求項 2 2に記載の建築材料。

20

【請求項 3 0】

前記第 2 の低密度添加剤が、火山灰である請求項 2 9に記載の建築材料。

【請求項 3 1】

前記第 2 の低密度添加剤が、ケイ酸カルシウム水和物である請求項 2 9に記載の建築材料。

【請求項 3 2】

前記配合物が、 15% までセルロース繊維を含む請求項 2 2に記載の建築材料。

【請求項 3 3】

低密度の建築材料を形成する方法であって、

ポルトランドセメント、骨材、繊維、低密度添加剤および水を混合してスラリー（該スラリーは、ポルトランドセメント $5 \sim 80$ 重量%、骨材 80 重量%未満、繊維がセルロース繊維のみで 4 重量%超、及び骨材とは異なる、火山灰、セラミックミクロスフェア又はこれらの混合物を含む低密度添加剤を含む）をつくるステップ；

30

該スラリーを未硬化の成形した物品に加工するステップ；及び

該未硬化の成形した物品を硬化して低密度の建築材料に形づくるステップを含み、

該低密度添加剤が該建築材料の密度を 1.2 g / cm^3 以下に低下させ、該建築材料の水分膨張率を 0.17% 以下のレベルに維持するように、該骨材を同重量で置き換える低密度の建築材料を形成する方法。

【請求項 3 4】

繊維、ポルトランドセメント、骨材、低密度添加剤および水と共にその他の添加剤を混合して、スラリーをつくるステップをさらに含む請求項 3 3に記載の方法。

40

【請求項 3 5】

ポルトランドセメント、骨材、繊維、セラミックミクロスフェアおよび水と共に第 2 の低密度添加剤を混合して、スラリーをつくるステップをさらに含む請求項 3 3に記載の方法。

【請求項 3 6】

前記第 2 の低密度添加剤が低かさ密度ケイ酸カルシウム水和物である請求項 3 5に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50

(技術分野)

本発明は、建築材料およびそれを製造する方法に関するものであり、より詳細には、セメント質のセルローズ繊維強化建築材料に低密度添加剤 (LDA) を添加することに関する。

【0002】

(背景技術)

耐水性建築用薄板等の繊維強化セメント (FRC) 製品は、1895年以来建築物に使用されている。近年の歴史においてそのような製品に使用される補強用繊維としては、アスベスト繊維だけでなく、セルローズ繊維 (オーストラリア特許第515151号参照)、金属繊維、ガラス繊維およびその他の天然および合成繊維が挙げられる。一般に、そのような建築用薄板の密度は、およそ $1.2 \sim 1.7 \text{ g/cm}^3$ であり、その密度の変化は、一般に、製造時に使用するファイバーセメントスラリーを圧縮して脱水すること、および繊維の使用量を変えることによって達成することができる。このような密度では、そのセメントを成分とする基質は空隙が殆んどなく、その結果、セメント基質の優れた耐久性に普通必要と考えられている水の吸収が少なくなる。

【0003】

上記のファイバーセメントの密度は、その製品が、同じ寸法の木材を素材とする製品より重量があつて、ワーカビリティが劣ることを意味する。ワーカビリティとは板の取り扱いと据付が容易なことを含む。したがって、ファイバーセメント建築製造物は、木材および木材を素材とする製品より切断、機械加工、および釘打ちが困難である。この点に関して、天然木材薄板の密度は、一般に、乾燥した硬材でおよそ $0.7 \sim 0.9 \text{ g/cm}^3$ 、乾燥した軟材でおよそ $0.38 \sim 0.6 \text{ g/cm}^3$ の範囲である。それゆえ、木材と同じ密度を有するように密度を変えたファイバーセメント材料は、ワーカビリティが改善され、軽量で釘打ちがし易く、切断が容易で機械加工も容易な製品を製造することが可能となることが期待される。しかしながら、これは、密度を変えたファイバーセメントを同じ用途範囲で使用する場合は、ファイバーセメントの耐久性、耐火性、耐腐敗性、耐水性等を保持したままで実現しなければならないであろう。

【0004】

従来技術は、軽量の無機粉末をセメントまたは繊維強化セメント材料中の密度調節剤として如何にして加えることができるかについて記載している。FRC製品用の低密度添加剤は、かさ密度が約 0.8 g/cm^3 (約50ポンド/立方フィート) 以下の密でないものと定義される。使用される一般的な低密度添加剤 (LDA) としては、かさ密度の低いケイ酸カルシウム水和物 (CSH)、膨張ポリスチレンビーズ (EPS)、膨張パーミキュライト、膨張パーライト、膨張ケツ岩、膨張クレー等が挙げられる。セメントを素材とする材料のそのような無機粒子による密度の調節は、主として材料中に空隙を導入することによって達成する。一般に、穴の空間は、その材料を相当期間水中に入れるか雨にさらすと水で満たされる。このことは、これらの材料が、不十分な湿潤乾燥寸法安定性 (湿気抵抗)、飽和時の高い重量、および不十分な凍結融解抵抗を有する原因となる。

【0005】

したがって、一般的な密度調節品のそれと比較して湿潤乾燥寸法安定性の改良された軽量 FRC 建築材料およびその製造方法が必要である。次に、その軽量建築材料は、密度調節品を同じ用途範囲で使用する場合は密度調節剤なしの FRC 製品のそれと同様の湿潤乾燥寸法安定性を維持すべきである。さらに、その材料はまた、低い飽和重量、優れた凍結融解抵抗、および高温寸法安定性を有することが用途によっては好ましい。最後にまた、木材および木材を素材とする製品のそれと近い低い範囲の密度を、優れた耐久性と共に実現することができる FRC 建築製造物を手に入れることが望まれる。

【0006】

(発明の開示)

一般の低密度添加剤より FRC 建築材料にとって望ましい性質を有する2つの低密度添加剤を評価した。これら2つの低密度添加剤は、火山灰と中空のセラミックミクロスフェア

10

20

30

40

50

である。本発明の一実施形態は、F R C 建築材料中に火山灰 (V A) を添加することを含む。第 2 の実施形態は、F R C 建築材料中に中空のセラミックミクロスフェア (ミクロスフェア) を添加することを含む。第 3 の実施形態では、F R C 建築材料中にミクロスフェアを火山灰および / または他の一般の低密度添加剤とブレンドして組み込む。ミクロスフェアと V A および / または他の低密度添加剤のブレンドによる第 3 の実施形態は、火山灰だけの導入による第 1 の実施形態より好ましいかもしれない。ミクロスフェアだけを添加する第 2 の実施形態は、上記の第 1 または第 3 の実施形態のいずれより特定の用途で考えられている特性によっては好ましいものかもしれない。

【 0 0 0 7 】

現行の F R C 製品と比較して、火山灰を用いる第 1 の実施形態の長所は、低価格で低い密度と優れたワーカビリティ、および、一般の低密度添加剤のものと比較して改良された寸法安定性を有する製品を提供することである。

【 0 0 0 8 】

第 2 の実施形態は、ファイバーセメント製品にミクロスフェアを添加することを含む。現行の F R C 製品と比較して、ミクロスフェアを添加する利点としては、F R C 混合物中に軽量の無機材料を添加することに伴う水分膨張率の増加または凍結融解による劣化を起こさず製品を低密度にし、ワーカビリティを改善することが挙げられる。しかも、ミクロスフェアの添加により F R C 材料の熱寸法安定性が改良される。

【 0 0 0 9 】

第 3 の実施形態は、ミクロスフェアを V A および / または他の一般的な低密度添加剤と組み合わせる F R C 材料中に添加することに関する。ミクロスフェアを他の低密度添加剤とブレンドすることは、V A および他の一般的な L D A がミクロスフェアより相対的に密度が低いため、(ミクロスフェアだけに比べて) より低い割合の重量を添加することにより低密度 F R C 製品を達成することができるので有利である。このことはまた、ファイバーセメント製品のより低い密度範囲を実現してワーカビリティをさらに改善することを可能にし、一方で、ミクロスフェアが、一般的な低密度添加剤が湿潤乾燥寸法安定性および全体としての耐久性に対して有する逆効果を最小限に抑える。

【 0 0 1 0 】

したがって、本発明の一態様では、繊維強化セメント配合物およびその配合物に組み込んだ低密度添加剤を含む建築材料が提供される。配合物への低密度添加剤の添加は、低密度添加剤を含まない同等の繊維強化セメント配合物を有する建築材料と比較して、建築材料の密度を低下させ、一方同時に、その低密度添加剤を含む建築材料は、低密度添加剤を含まない同等の繊維強化セメント配合物を有する建築材料と比較して、水分膨張率の増加が約 2 0 % 未満である。より好ましくは、配合物への低密度添加剤の添加は、低密度添加剤を含まない同等の繊維強化セメント配合物を有する建築材料と比較して、建築材料の密度を低下し、一方同時に、その低密度添加剤は、低密度添加剤を含まない同等の繊維強化セメント配合物を有する建築材料と比較して、建築材料の水分膨張率を維持するかまたは減少させるかのいずれかである。その建築材料の密度は、好ましくは、約 1.2 g / cm^3 以下である。

【 0 0 1 1 】

本発明の他の態様においては、建築製造物を形成する建築材料用配合物が提供される。その配合物は、水硬性のバインダー、骨材、繊維および火山灰を含む。一実施形態において、火山灰は、ワーカビリティを改善し、最終の建築製造物の密度を、火山灰を含まない同等の配合物からつくられる建築製造物と比較して 1 0 % より多く低下させる。他の実施形態においては、火山灰を含む配合物は、最終製品の水分膨張率が無視できるほどの違いを有しており、それによってその製品は、火山灰を含まない同等の配合物からつくられる建築製造物と比較して、水分膨張率が維持されるかまたは約 2 0 % 未満だけ増加させるかのいずれかである。達成される密度変化の度合いの割にはこの水分移動の増加は驚くほど低い。名目上は同一の配合物成分でありながら火山灰配合物の水分膨張率に違いが存在することが見出された。その違いは、主として原料の表面積の変動によるものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

本発明の他の態様においては、低密度建築材料を形成する方法が提供される。水硬性バインダー、骨材、火山灰および水を混合してスラリーをつくる。そのスラリーを未硬化の成形物に加工する。その未硬化の成形物を硬化して低密度の建築材料を形成する。一実施形態においては、その物品はオートクレーブで処理して硬化する。他の実施形態においては、形成された低密度建築材料は、約 1.2 g / cm^3 以下の密度と約 0.17% 以下の水分膨張率を有する。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の態様において、建築材料用配合物は、水硬性バインダー、骨材、繊維および中空セラミックミクロスフェアを含む。その最終の建築材料は約 1.2 g / cm^3 以下の密度を有する。一実施形態においては、配合物中に約 $4.1\% \sim 15\%$ のセルローズ繊維が与えられる。1つの好ましい実施形態においては、ミクロスフェアが、最終建築材料の密度を、ミクロスフェアを含まない同等の配合物から製造した建築製造物と比較して、約 15% より多く、さらにより好ましくは約 30% より多く低下させる。他の実施形態においては、ミクロスフェアは、ミクロスフェアを含まない同等の配合物から製造した建築製造物と比較して、最終製品の水分膨張率を、好ましくは、約 5% より多く、より好ましくは、約 10% より多く減少させる。1つの好ましい実施形態においては、配合物中に、ミクロスフェアと共に、さらに火山灰および/または低嵩密度の C S H 等の低密度添加剤との組み合わせが提供される。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の態様においては、水硬性バインダー、骨材、繊維、中空セラミックミクロスフェアおよび水を混合してスラリーをつくることを含む低密度建築材料を形成する方法が提供される。そのスラリーは、未硬化の成形物に加工する。その未硬化の成形物は、硬化して低密度の建築材料を形成する。得られる建築材料は、約 1.2 g / cm^3 以下の密度を有する。一実施形態においては、スラリーをつくるために約 4% より多い繊維を混合する。他の実施形態においては、その物品はオートクレーブで処理することによって硬化する。

【 0 0 1 5 】

(発明を実施するための最良の形態)

本発明の好ましい実施形態では、中空のセラミックミクロスフェアおよび/または火山灰の2つの低密度添加剤の少なくとも1つを組み込んだ繊維強化セメント建築材料について説明する。これらの添加剤が、本明細書で記載するタイプの建築材料(すなわち、繊維強化材料)だけに使用できるのではなく、他の建築材料にも同様に使用できることは認識されよう。加えて、ミクロスフェアおよび/または火山灰と他の密度調節剤とをさまざまなに組み合わせることによって密度を低下させ、建築材料の全体の性能を改良することも考えられる。そのうえ、中空のセラミックミクロスフェアおよび火山灰と類似の他の低密度添加剤であって、密度低下の特性を実現させる一方で最終製品の水分膨張率を維持または減少させ、同時にワーカビリティ、耐久性およびその他の性質(以下で論ずる)を改良するものもまた本発明の範囲内であるものと考えられる。

【 0 0 1 6 】

1. 第1の実施形態 - 火山灰

第1の実施形態において、本発明は、火山灰をセメント質のセルローズ繊維強化建築材料中に添加することに関する。火山灰はまた、通常、「空中パーライト」、「軽石」または「火山塵」とも称する。火山灰は、一般に、火山のマグマから噴火の間にもたらされる天然のガラスである。火山灰は、約 30 重量%の結晶性ミネラルおよび 70 重量%の非晶質の火山灰ガラスを含む材料を生じさせながら高温のマグマが冷却されて形成された比較的軽量の砂の堆積物である。それは約 $25 \sim 75$ ポンド/立方フィート ($0.40 \sim 1.20 \text{ g / cm}^3$) の標準的かさ密度を有する。通常この火山灰は、熱を加えることによって膨張して形態が変化し、約 $2 \sim 25$ ポンド/立方フィート ($0.032 \sim 0.40 \text{ g / cm}^3$) の範囲の標準的かさ密度を有する軽さの増した材料が得られる。膨張火山灰は、

メジアン粒径が約 $20 \sim 100 \mu\text{m}$ の間の範囲であって、約 $10 \mu\text{m}$ 未満から約 $425 \mu\text{m}$ までの広い範囲の粒径を持つことができる。化学組成は、主として、シリカ (SiO_2)、アルミナ (Al_2O_3)、および酸化カリウム (K_2O) からなる。

【0017】

火山灰または膨張火山灰は、アリゾナ州フェニックスの Tufflite Inc.、カリフォルニア州フライアートの California Industrial Minerals、カリフォルニア州チャッツワースの US Pumice、アイダホ州アイダホホルズの Amcor Precast、アイダホ州マラドシティの Hess Pumice Products、カンザス州マンカトの Kansas Mineral Inc.、カンザス州ノートンの Calvert Corporation、ニューメキシコ州エスパノーラの Copar Pumice Company、ニューメキシコ州サンタフェの C. R. Minerals、ニューメキシコ州アルバカークの Utility Block、オレゴン州ベンドの Cascade Pumice 等の供給業者を通して入手できる。

【0018】

本発明の第 1 の実施形態の 1 つの好ましい配合物は、水硬性バインダー、骨材、繊維、火山灰および添加剤を含む。水硬性バインダーは、好ましくはポルトランドセメントであるが、非限定で、高アルミナセメント、石灰、粉末にして粒状化した高炉スラグセメント、セッコウプラスター、またはそれらの混合物でもあり得る。骨材は、好ましくは、粉末にしたシリカサンドであるが、非限定で、無定形シリカ、珪藻土、粉殻灰、高炉スラグ、粒状化スラグ、製鋼スラグ、ミネラル酸化物、ミネラル水酸化物、クレー、マグネサイトまたはドロマイト、ポリマービーズ、金属酸化物および金属水酸化物、またはそれらの混合物でもあり得る。繊維は、好ましくは、ウッドパルプのセルロースであるが、非限定で、セラミック繊維、ガラス繊維、ミネラルウール、スチール繊維、ポリアミド、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリメチルペンテン、ポリアクリロニトリル、ポリアクリルアミド、ビスコース、ナイロン、PVC、PVA、レーヨン等の合成ポリマー繊維、ガラスセラミック、炭素、またはそれらの任意の混合物であり得る。添加剤としては、非限定であるが、シリカヒューム、地熱水シリカ、難燃剤、シックナー、顔料、着色料、可塑剤、分散剤、発泡剤、凝集剤、防水剤、有機密度調節剤、アルミニウム粉末、カオリン、アルミナ三水和物、雲母、メタカオリン、炭酸カルシウム、珪灰石、ポリマー樹脂エマルジョン、またはそれらの混合物を挙げることができる。

【0019】

火山灰は、個々の用途（たとえば、サイディング、屋根ふき材、回り縁、下端、タイルの下敷き用裏打ち板など）に合わせた最適の特性を得るために、水硬性バインダー、骨材、火山灰、および添加剤をすべて異なる比率で有する様々な建築製造物に使用することができる。火山灰の割合が所望される用途によって変化するかもしれないことは理解されよう。1 つの好ましい組成物は、約 5% ~ 80% のポルトランドセメント、約 0% ~ 80% のシリカ、約 4.1% ~ 15% のセルロース、約 0% ~ 10% の添加剤、および約 2% ~ 50% の火山灰を含むことができる。火山灰を含む一般的な配合物の 1 つの具体例は以下の通りである。

【0020】

ポルトランドセメント（バインダー）	28%
シリカ（骨材）	54%
セルロース（繊維）	7%
金属水酸化物（添加剤）	4%
火山灰（LDA）	7%

好ましくは、セメントおよびシリカは、約 $200 \sim 450 \text{ m}^2 / \text{kg}$ の粗粒率を有する。セメントおよびシリカの両方の粗粒率は ASTM C 204 - 96a に準拠して試験する。

【0021】

その材料は、当分野の技術者には知られていると思われる下記のような多数の通常の方法によって、水性の混合物またはスラリーから未硬化の成形物（後圧縮があるものまたはないもの）に形づくることができる。

【 0 0 2 2 】

- ・ハチェック（H a t s c h e k）薄板製法
- ・マザ（M a z z a）パイプ製法
- ・マグナニ（M a g n a n i）法
- ・射出成形法
- ・押出し成形法
- ・ハンドレイアップ法
- ・モールドイング法
- ・キャストイング法
- ・フィルタープレス法
- ・機械上の流し込み、ロールフォーミング法、など

ハチェック製法を用いて最終製品を完成させるために使用する手順のステップおよびパラメーターは、オーストラリア特許第 5 1 5 1 5 1 号に記載されている。

【 0 0 2 3 】

その材料は、好ましくは、80時間まで、最も好ましくは24時間以下の時間予備硬化し、配合物をしっかりと固める。その材料は次に通気乾燥（およそ28日）するか、より好ましくは、120～180 の飽和水蒸気の環境中昇温加圧下で3～30時間、最も好ましくは、24時間以内でオートクレーブ処理する。硬化のために選ぶ期間および時間は、配合物、製造方法、および物品の形状に依存する。

【 0 0 2 4 】

試験結果

密度およびワーカビリティ

ファイバーセメント材料中への火山灰の添加は、一般的な低密度添加剤のそれで見られる水分膨張率を減少する一方で、経済的代価で密度を低下し、全体的なワーカビリティ特性を改善する。火山灰を含む製品は軽く、したがって、持ち運び、釘打ち、切れ目付け、所望の寸法に切り取ることが容易である。火山灰を含む配合物はまた、かどの近く（たとえば、3/8～3/4"（0.95～1.9cm）で板に釘を打付けるときのかど割れまたは砕け（たとえあるとしても）が減少する。下の表1および2は、FRC配合物およびこれら配合物の試験結果を示し、より詳しくは、火山灰を添加することの密度低下およびワーカビリティ改善についての優位性を明らかにする。

【 0 0 2 5 】

【表1】

表1ー表2の試験結果の配合物

フォーミュラの識別	ポルトランドセメント	シリカ	セルロース	金属水酸化物	膨張火山灰
	水硬性バインダー	骨材	繊維	添加剤	LDA
B	28.7	60.3	7.0	4.0	
K	28.7	52.8	7.0	4.0	7.5

【 0 0 2 6 】

【表2】

表 2－火山灰を含むものと含まないものの特性比較

試験法	配合物 K ¹ 火山灰 7.5 %	配合物 B 対照実験 LDA なし
O.D.密度 (g / cm ³)	1.11	1.34
釘貫通 ³ (平衡条件) ² 材料中の釘の mm 釘の長さ = 50 mm (2 インチ) 標準偏差	45.4 1.1	33.0 1.0

¹ 対照実験 (配合物 B) の骨材の 7.5 重量% を火山灰 7.5 重量% で置き換えて配合物 K とした。

² 平衡条件－試料は、華氏 73 ± 4 度 (22.8 ± 2.2 °C)、湿度 50 ± 5 % の環境に調節されている条件におく。釘貫通試験の定義および説明についての下記文章を参照。

³ 釘貫通試験の定義および説明についての下記文章を参照。

【0027】

上の表 2 は、10" × 10" (25.4 cm × 25.4 cm) のフィルタープレスをか
けた原型板で火山灰を含むものおよび含まないものについての試験結果を比較している。
原型板は、所望の配合物をホバートミキサー (Hobart Mixer) で混合して均
一なスラリーを形成して作製する。そのスラリーは次にウォバッシュプレス (Wabash
Press) (型番 PC-75-4 TM) により 2 枚の脱水用スチール板の間に 350
0 psi (24.1 MPa) で 1 分間圧縮してモノリシックな薄板を形づくる。そのスラ
リーは、スチール枠の型内のスラリー混合物の下と上に置かれたスチールワイヤーのメッ
シュ網 (30 ~ 40 US メッシュ) で保持されている。そのモノリシックな薄板を次に最
低約 12 時間予備硬化し、150 の飽和水蒸気環境中昇温加圧下で約 12 時間オートク
レーブ処理する。

【0028】

表 2 において、7.5 % の火山灰を含む配合物 K は、火山灰を含まない対照実験の配合
物である同等の配合物 (配合物 B) と比較すると密度が 1.34 g / cm³ から 1.11
g / cm³ に約 17 % 低下している。本明細書では、同等の配合物は、好ましい LDA (こ
れ例えば、火山灰) が同等の割合のバインダー、骨材、および / または添加剤によって置
換されており、より好ましくは、同等の割合の骨材によって置換されているものと定義す
る。この低下した密度はまた、釘打ちつけ適性、言い換えると釘を板に打ちつける容易さ
を改良する。試験では、釘の貫通が 33.0 mm から 45.4 mm まで増加し、50 mm
が釘の長さであるので最大の釘の貫通を達成することができることを示した。釘貫通試験
は、層状に積み重ねた板に一貫した釘打ち圧力を確保するために Paslode Imp
ulse (登録商標) のコードレスの金属銃 (ポジティブ配置) を使用して釘打ちすること
からなる。層状の積み重ねは、一般に、釘の長さ (2 インチまたは 50 mm) より大き
い高さに積み重ねた 1/4 ~ 1/2" (0.88 ~ 1.27 cm) 厚の板を含む。Sen
co 6 d の亜鉛めっきした頭部を切り取った釘 (パーツ # GC21AABN) を使用し
た。

【0029】

かくして、一実施形態において、約 1.3 g / cm³ の密度を有する一般的な建築用薄板
と比較して、上記の建築材料用配合物は約 1.2 g / cm³ 未満の密度を有する最終製品
をもたらした。建築材料用配合物への火山灰の添加は、好ましくは最終製品に約 1.2 g
/ cm³ 以下の密度を与えるか、または、火山灰を含まない同等の配合物と比較して密度
が約 10 % 以上減少するように調整できることがより好ましい。さらに、火山灰をより多
く添加することによって建築製造物の密度をさらに低下できるものと考えられる。

【0030】

湿潤乾燥寸法安定性

通常の密度調節剤を含む硬化したファイバーセメント配合物は、LDA を含まない FRC

10

20

30

40

50

配合物と比べて増大した水分膨張率およびパーセント重量の増加基準で増大した水分吸収量を有する。従来技術と比較して第1の実施形態の1つの利点は、火山灰の添加によって、同じ重量パーセント基準で導入したときの他の通常の低密度添加剤より少ない水分膨張率で所望する密度およびワーカビリティが得られることである。湿潤乾燥寸法安定性は、建築製造物における据え付けた製造物の品質および耐久性のために、特に厳しい気候の変化を受ける外装用途において所望される。優れた寸法安定性は、薄板間に開く隙間または建築物パネルまたは板材の長さ間にできるずれを最小にする。また、優れた寸法安定性は、寸法が変化するパネルまたは板材と製造物を固定している支持骨組との間で発生する応力によって起こるシートクラックの可能性を減少する。

【0031】

10

下の表3および4は、FRC配合物およびこれら配合物の試験結果を示し、より詳しくは、同等の重量基準で添加する他の低密度添加剤で一般的となっている水分膨張率を最小限に抑える一方で、火山灰を添加することの密度低下の利点を明らかにする。

【0032】

【表3】

表3－表4の試験結果の配合物

フォーミ ュラの 識別	ポルトラ ンドセメ ント	シリカ	セル ローズ	金属 水酸化物	膨張 火山灰	膨張パー ライト
	水硬性バ インダー	骨材	繊維	添加剤	LDA	LDA
B	28.7	60.3	7.0	4.0		
K	28.7	52.8	7.0	4.0	7.5	
L	28.7	55.3	7.0	4.0		5.0

20

【0033】

【表4】

表 4－火山灰とパーライトの水分膨張率¹の比較

配合物	説明	O.D.密度 (g/cm ³)	水分膨張率 %	対照実験からの水分膨張率の増加%
B ²	対照実験－LDAなし	1.33	0.18±0.02	
K ³	VA 7.5%	1.11	0.17±0.02	-5.5
L	パーライト5%	1.22	0.22±0.02	22.2

¹ 水分膨張率は、飽和状態からオープン乾燥した条件への製品の長さの変化である。水分膨張率変化%の式は次の通り：

$$\frac{Length_{initial} - Length_{final}}{Length_{final}} \times 100$$

² 好ましい実施形態のこの説明を通して配合物Bは対照実験として使用している。しかしながら、配合物Bを組み込んだ1つの試料をすべての試験で使用することはないので、どれかの試料についての試験結果の中に名目上の違いを見ることになり得る。

³ 対照実験、つまり配合物Bから、骨材の7.5重量%を火山灰の7.5重量%で置き換えて配合物Kとした。

【0034】

上の表4は、10"×10" (25.4cm×25.4cm) のフィルタープレスをかけた原型板であって、火山灰を7.5重量%および一般の低密度添加剤であるパーライト (Harborlite Corp. 製の Harborlite 2000) を5.0%含む配合物を比較した試験結果を表示している。パーライト5.0%を含む配合物Lは、対照実験からの水分膨張率で22.2%の増加を得ているのに対して火山灰を7.5%含む配合物Kは、実際、対照実験からの水分膨張率で約5%より多い減少を示している。

【0035】

かくして、火山灰の添加は、同等またはそれより低い重量パーセントの添加で一般の密度調節剤より優れた寸法安定性を提供する。これによって、火山灰が、通常の低密度添加剤と対比して同等またはそれより多い火山灰の添加で、低密度およびより優れたワーカビリティ特性を実現することが可能となる。

【0036】

火山灰の添加は、火山灰を含まない同等の配合物と比較して水分膨張率で無視できるほどの違いを示すように調節できることがより好ましい。一実施形態において、火山灰は、好ましくは、最終製品の水分膨張率を、火山灰を含まない同等の配合物から形成される建築製造物と比較して約20%未満で増加させ、より好ましくは、最終製品のその水分膨張率を低減する。1つの好ましい実施形態において、火山灰を有する配合物からつくる建築製造物の水分膨張率は約0.17%以下である。

【0037】

2. 第2の実施形態 - 中空セラミックミクロスフェア

本発明の第2の実施形態は、セメント質のセルローズ繊維強化建築材料中に中空のセラミックミクロスフェアを添加することを含む。中空セラミックミクロスフェアを含むこの第2の実施形態は、FRC材料へのミクロスフェアの添加が、凍結融解抵抗および熱寸法安定性を含む他の耐久性の利点と相まって、さらに優れた耐湿性を有するので火山灰を含む第1の実施形態以上に好ましいかもしれない。第2の実施形態の好ましい実施形態がこのタイプのミクロスフェアまたは建築材料に限定されるものでないことは理解されよう。し

たがって、他のタイプの充填剤および建築材料もまた考慮に入れる。

【0038】

ミクロスフェアは、天然物、合成物または副生物があり得る。その材料は結晶性であり得るが、より一般的には無定形またはガラスである。ミクロスフェアの1つの好ましいタイプは、通常セノスフェアとして知られる中空のセラミックミクロスフェアである。セノスフェアは、石炭灰の副生物であって、一般に、球体が、清澄器、池または湖から水面に浮かぶ浮上分離法によって、フライアッシュから分離する。ミクロスフェアは、たとえば、Extendosphere（登録商標）、Recyclosphere（登録商標）、Zeeosphere（登録商標）等の名前で入手でき、テネシー州チャタヌーガのPQ Corporation、ミネソタ州セントポールのZeelan Industries Inc. / 3M、テネシー州オークリッジのSphere Service, Inc.、ワシントン州ブレーンのAdvanced Cement Technologies (A.C.T.) 等の供給業者から入手できる。

10

【0039】

ミクロスフェアは、メジアン粒径が約80～120 μm の範囲の約12～300 μm の範囲の一般的な粒径を有する。この大きさはもちろん試料間で変化し得る。好ましいミクロスフェアは、一般に、約62～65%のシリカ(SiO_2)、約23～26%のアルミナ(Al_2O_3)、約3.0～4.0%の酸化鉄(Fe_2O_3)を含有する。建築材料中に導入すると、ミクロスフェアはその材料中に水ですぐに満たされることがない細孔を導入し、それが飽和重量を下げ、湿潤乾燥寸法安定性を改良し、凍結融解抵抗を改良するためその材料にとって有利である。

20

【0040】

第2の実施形態の1つの好ましい配合物は、水硬性バインダー、骨材、繊維、中空セラミックミクロスフェア、および添加剤を含む。第2の実施形態の好ましい配合物の様々な成分として、第1の実施形態の各成分用に表示した前記の材料のいずれもが含まれ得ることは理解されよう。またこの材料は、第1の実施形態で表示し説明した多数の通常の方法および硬化条件により製造することができる。応用できる場合、原料、方法、ステップまたは条件の選択は、第1の実施形態のものと同じである。

【0041】

ミクロスフェアは、個々の用途（たとえば、サイディング、屋根ふき材、回り縁、下端、タイルの下敷き用裏打ち板など）に合わせた最適の特性を得るために、水硬性バインダー、骨材、ミクロスフェア、および添加剤をすべて異なる比率で有する様々な建築製造物に使用することができる。1つの好ましい組成物は、約5%～80%のポルトランドセメント、約0%～80%のシリカ、約4.1%～15%のセルローズ、約0%～10%の添加剤、および約2%～90%のミクロスフェアを含むことができる。ミクロスフェアを含む一般的な配合物の1つの具体例は以下の通りである。

30

【0042】

ポルトランドセメント（バインダー）	28.7%
シリカ（骨材）	50.3%
セルローズ（繊維）	7%
金属水酸化物（添加剤）	4%
ミクロスフェア（LDA）	10%

40

ミクロスフェアの割合が所望される用途によって変化しうることは理解されよう。たとえば、ミクロスフェアの高い添加割合（約90重量%まで）は、あるタイプの耐火性の等級を必要とする建築材料およびシステム用として適し得る。ミクロスフェアの高い添加率は、材料の低い熱収縮を提供する。

【0043】

試験結果 密度 ミクロスフェアによる密度の低下は、ファイバーセメント製品が提供する耐久性（すなわち、寸法安定性）および構造保全に関する優位性と妥協することなく厚みの増した製品のワーカビリティを改善する。この特質は特に約8分の3インチを超

50

える ($> 3 / 8''$ (0.95 cm)) 厚さの製品に対して有利である。ミクロスフェアを含む製品は、軽く、したがって、持ち運びが用意である。第2に、ミクロスフェアを含む製品は、釘打ちすることおよび所望の寸法に切れ目付けする / 切り取ることが容易である。さらに、ミクロスフェアの配合物は、かどの近くで (たとえば、 $3 / 8 \sim 5 / 8''$ ($0.95 \sim 1.59 \text{ cm}$)) 板に釘を打付けるときのかど割れまたは砕け (たとえあるとしても) が減少する。

【0044】

下の表5および6は、FRC配合物の配合割合および試験結果を表示し、より詳しくは、配合物にミクロスフェアを添加することが、密度を低下し、ワーカビリティを改善する利点を明らかにする。

【0045】

【表5】

表5－表6の試験結果の配合物

フォーミュラの識別	ポルトランドセメント	シリカ	セルロース	金属水酸化物	ミクロスフェア
	水硬性バインダー	骨材	繊維	添加剤	LDA
B	28.7	60.3	7.0	4.0	
A	28.7	50.3	7.0	4.0	10.0

【0046】

【表6】

表6－火山灰を含むものと含まないものの特性比較

試験法	配合物 A ¹ ミクロスフェア 10%	配合物 B 対照実験 LDAなし
O.D.密度 (平衡条件) ² (g / cm^3)	1.16	1.39
釘貫通 (平衡条件) 材料中の釘の mm 釘の長さ = 50 mm (2 インチ) 標準偏差	47.0 0.9	31.7 1.4

¹ 配合物 A のミクロスフェア 10% は、配合物 B (対照実験) の骨材 10% の置き換え。

² 平衡条件－試料は、華氏 73 ± 4 度 ($22.8 \pm 2.2^\circ\text{C}$)、湿度 $50 \pm 5\%$ の環境に調節されている条件に置かれる。

【0047】

表6は、配合物AおよびBからハチェック (H a t s c h e c k) 法で作製した $3' \times 5'$ ($0.91 \text{ m} \times 1.52 \text{ m}$) の板の試験結果を示す。10%のミクロスフェアを含む配合物Aは、ミクロスフェアを含まない同等の配合物 (配合物B) と比較すると密度が $1.39 \text{ g} / \text{cm}^3$ から $1.16 \text{ g} / \text{cm}^3$ に約15%低下している。加えて、板に釘を打付ける容易さが改良されている。試験は、釘の貫通が 31.7 mm から 47.0 mm に増加しており、 50 mm が釘の長さであるので最大の釘の貫通が得られることを明らかにした。

【0048】

全体として、原型および試験で作製した製造物の試験により、ミクロスフェアを10%添加するごとに密度が約15%減少し、釘打ち性が顕著に改善されることが明らかとなった。したがって、ミクロスフェアの添加は、ミクロスフェアを含まない同等の配合物と比較して、約15%より多く、さらにより好ましくは約30%より多くFRC建築材料の密度

を低下するために、有利に利用することができる。本発明者等は、ミクロスフェアの添加により材料の密度を約 0.9 g/cm^3 まで（下の表 10 参照）、より好ましくは、約 0.5 g/cm^3 の低さまでも低下できるものと考えている。

【0049】

湿潤乾燥寸法安定性

前述したように、通常の密度調節剤を含む硬化したファイバーセメント配合物は、パーセント重量の増加基準で増加した水分膨張率および増加した水分吸収量を有する。好ましい実施形態の従来技術を超える 1 つの利点は、密度を下げるためのミクロスフェアの添加が湿潤乾燥を繰り返しても水分膨張率が増えないことである。このことは第 1 の実施形態で既に述べた多くの理由で有用である。

【0050】

下の表 7 は、ミクロスフェアを含むものおよび含まないものについて、ハチェック（Hatcheck）法で作製した $3' \times 5'$ （ $0.91 \text{ m} \times 1.52 \text{ m}$ ）の板の試験結果を示す。ミクロスフェア 10% を含む配合物 A は、ミクロスフェアを含まない配合物 B の水分膨張率を維持するか、より好ましくは、それより減少する。配合物 A および B は、上の表 5 のものである。

【0051】

【表 7】

表 7—ミクロスフェアを含むものと含まないものの水分膨張率の比較

試験法	配合物 A ¹ ミクロスフェア 10%	配合物 B 対照実験 LDA なし
密度（平衡条件） ² （ g/cm^3 ）	1.16	1.39
水分膨張率 変化の%	0.15 ± 0.02	0.16 ± 0.02

¹ 配合物 A のミクロスフェア 10% は、配合物 B（対照実験）の骨材 10% の置き換え。

² 平衡条件—試料は、華氏 73 ± 4 度（ $22.8 \pm 2.2^\circ\text{C}$ ）、湿度 $50 \pm 5\%$ の環境に調節されている条件に置かれる。

【0052】

下の表 8～10 は、フィルタープレスにかけた $10'' \times 10''$ （ $25.4 \text{ cm} \times 25.4 \text{ cm}$ ）の原型板についてミクロスフェアと通常の水分膨張率を高める密度調節剤を比較する配合物および試験結果を示す。通常の密度調節剤としては、かさ密度の低いケイ酸カルシウム水和物（CSH）、および、膨張ポリスチレン、パーミキュライト、パーライト、ケツ岩またはクレーを含む。

【0053】

【表 8】

表 8—表 9 および 10 の試験結果の配合物

フォーミ ュラの 識別	ポルトラ ンドセメ ント	シリカ	セル ロース	金属 水酸化物	ミクロス フェア	低かさ密 度 CSH	膨張パー ライト
	水硬性バ インダー	骨材	繊維	添加剤	LDA	LDA	LDA
B	28.7	60.3	7.0	4.0			
C	35.2	52.8	8.0	4.0			
D	26.8	40.2	8.0		25.0		
E	26.8	40.2	8.0				25.0
F	28.7	55.3	7.0	4.0		5.0	

【 0 0 5 4 】

下の表 9 のデータは、従来の低密度添加剤である低かさ密度の C S H (C e l i t e C o r p . 製の S i l a s o r b) を 5 % 加えると対照実験の配合物 B より水分膨張率が増えることを示す。

【 0 0 5 5 】

【表 9】

表 9 - 低かさ密度 C S H の水分膨張率

フォーミュラの 識別	説明	平衡密度 ¹ (g / cm^3)	水分膨張率%
B	対照実験	1. 4 1	0. 1 6 2 ± 0. 0 2
F ²	低かさ密度 C S H 5. 0 %	1. 2 7	0. 1 8 8 ± 0. 0 2

¹ 平衡条件 - 試料は、華氏 7 3 ± 4 度 (2 2. 8 ± 2. 2 °C)、湿度 5 0 ± 5 % の環境に調節されている条件に置かれる。

² 配合物 F の低かさ密度 C S H 5 % は、配合物 B (対照実験) の骨材 5 % の置き換え。

【 0 0 5 6 】

下の表 1 0 は、同じ基本フォーミュラを有し、1 つはミクロスフェア 2 5 重量 % を含み、他方はパーライト (A z t e c P e r l i t e 製の A z t e c X X) を 2 5 重量 % 含む 2 つの配合物を比較する。パーライトとミクロスフェアの配合物の両方とも対照実験の配合物 C の密度 1. 3 g / cm^3 から 0. 9 g / cm^3 付近に低下するが、水分膨張率は、パーライトの配合物では増加し、ミクロスフェアの配合物では減少している。

【 0 0 5 7 】

【表 1 0】

表 1 0 - ミクロスフェアとパーライトの水分膨張率の比較

配合物	説明	平衡密度 ¹ (g / cm^3)	水分膨張率%
C	対照実験	1. 3 1	0. 2 3 0 ± 0. 0 2
D ²	ミクロスフェア 2 5 %	0. 9 0	0. 2 0 2 ± 0. 0 2
E ²	パーライト 2 5 %	0. 8 9	0. 2 7 5 ± 0. 0 2

¹ 平衡条件 - 試料は、華氏 7 3 ± 4 度 (2 2. 8 ± 2. 2 °C)、湿度 5 0 ± 5 % の環境に調節されている条件に置かれる。

² 配合物 D および E は、ミクロスフェア (パーライト) が対照実験 (配合物 C) 中の骨材及び水硬性バインダーの両方に置き換わる。

【 0 0 5 8 】

かくして、ファイバーセメント配合物へのミクロスフェアの添加は、最終製品の水分膨張率の維持または減少の効果を有する。好ましくは、ミクロスフェアの添加は、ミクロスフェアを含まない同様の配合物と比較して、水分膨張率を約 5 %、より好ましくは、約 1 0 % 以上減少するように調節することができる。

【 0 0 5 9 】

凍結融解抵抗

凍結融解抵抗とは、凍結と融解の繰り返しサイクルにさらされたときの損傷に対する材料の抵抗を指す。たとえば、コンクリートは、霜、特に、凍結と融解の繰り返しサイクルによって損傷されうる。損傷は通常表面の薄片化で始まり、徐々に内部に広がる、もっとも、深い割れが生じるかもしれない。凍結に伴う損傷は、一般に細孔中に十分な量の水が存在しない限り起こらず、水対セメント比が小さく透水性の低い高密度のコンクリートにおいては極微である。

【 0 0 6 0 】

高密度のコンクリートと同様に、高密度のファイバーセメントにおいては凍結融解の損傷は極微である。好ましい実施形態においては、F R C 配合物へのミクロスフェアの添加は、配合物に加える密度調節剤が材料の凍結融解抵抗を減少させる従来技術とは異なり、凍

10

20

30

40

50

結融解抵抗を維持する低密度硬化製品を生み出す。

【0061】

図1および2は、ハチェック(Hatschek)法で作製した3'×5'(0.91m×1.52m)の板のMIP法(水銀圧入細孔解析法 mercury intrusion porosimetry)およびBET(Brunauer, Emmett and Teller)法を用いた細孔サイズの分布グラフを示す。ミクロスフェア10%を含む配合物Aの凍結融解サイクル147回後の細孔サイズの分布は、ミクロスフェアを含まない配合物Bの126サイクル後より変化が少ない。これは凍結融解による損傷で代表される構造変化に対するミクロスフェア配合物の耐性を証明するものである。ミクロスフェア配合物の凍結融解による損傷に対する耐性をさらに裏付けるために、図3は、ミクロスフェア10%を含むハチェック(Hatschek)法で作製した板(3'×5'(0.91m×1.52m))が、凍結融解サイクル147回後に、他のウッドセメント複合体ならこの段階で一般に劣化があるのに、劣化の兆候をなんら示していないSEM(走査型電子顕微鏡 scanning electron microscope)の写真を示している。

10

【0062】

図3の凍結融解試験は、題目が「急速な凍結と融解に対するコンクリートの耐性の標準試験法(Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing)」であるASTM(アメリカ標準試験法)C666Aに準拠して実施した。この試験法には2つの異なる手順AまたはBがあるが、手順Aに従った。つまり、空気中で急速凍結し、水中で急速融解する(手順B)のではなく、急速な凍結と融解の両方を、試料を水中に入れて行った。試料は凍結融解の循環から定期的に取り出し、ひび割れ、水分膨張率、試料中の海綿状/湿気、全体の構造保全状態等の劣化を目視で点検した。試料がばらばらになり、したがって建築材料として機能しそうな劣化の程度になったところで、その試料は凍結融解のサイクルから除去する。

20

【0063】

高温寸法安定性

建築材料の熱収縮の減少は、高温による応力とひずみが建物の構成部分に起こるのを防ぐ。この熱寸法安定性を改善することで、建物構成部分を、建物火災の中で、ひび割れ、崩壊および火が急速に広がることを防ぐ火除けとして維持できる。

30

【0064】

下の表11および12は、FRC配合物および10"×10"(25.4cm×25.4cm)のフィルタープレスをかけた原型板の試験結果を示し、より詳細には、ミクロスフェアを配合物に添加することの高温寸法安定性改善に対する利点を明らかにするものである。

【0065】

【表11】

表 1 1 - 表 1 2 の試験結果の配合物

フォーミ ュラの 識別	ポルトラ ンドセメ ント	シリカ	セル ロース	金属 水酸化物	ミクロス フェア	低かさ 密度CSH
	水硬性バ インダー	骨材	繊維	添加剤	LDA	LDA
A	28.7	50.3	7.0	4.0	10.0	
B	28.7	60.3	7.0	4.0		
F	28.7	55.3	7.0	4.0		5.0
G	28.7	50.3	7.0	4.0		10.0
H	28.7	40.3	7.0	4.0	20.00	

【 0 0 6 6 】

【 表 1 2 】

表 1 2 - ミクロスフェアと低かさ密度CSHの熱収縮の比較

配合物	説明	平衡密度 ² (g / cm ³)	熱収縮 ¹ %
B	対照実験	1 . 4 1	3 . 0 7
F ³	低かさ密度CSH 5 . 0 %	1 . 2 1	7 . 2 7
G ³	低かさ密度CSH 1 0 . 0 %	1 . 1 5	8 . 0 9
A ³	ミクロスフェア 1 0 . 0 %	1 . 1 5	4 . 4 1
H ³	ミクロスフェア 2 0 . 0 %	1 . 0 1	4 . 2 1

¹ 熱収縮試験について記載している下の文章参照。² 平衡条件-試料は、華氏 7 3 ± 4 度 (2 2 . 8 ± 2 . 2 °C)、湿度 5 0 ± 5 % の環境に調節されている条件に置かれる。³ 配合物 F、G、A 及び E 中の LDA パーセントは、配合物 B (対照実験) 中の骨材の同じパーセントとの置き換え。

【 0 0 6 7 】

少ない仕込み量 (たとえば、約 1 0 ~ 2 0 %) で、ミクロスフェアは、一般の無機物の密度調節剤をファイバーセメント配合物に導入すると起こる高温熱収縮を最小限に抑える。表 1 2 は、ミクロスフェアを 1 0 % 含む配合物 A と対比して低かさ密度 C S H (C e l i t e C o r p 製の S i l a s o r b) 1 0 % を含む配合物 G で得られた熱収縮パーセントの結果を示している。対照実験 (配合物 B) と比較すると、両方の配合物共、密度が、約 1 . 4 から 1 . 1 5 g / c m³ に減少しているが、低かさ密度 C S H を含む配合物は、ミクロスフェアを含む配合物のほぼ 2 倍の熱収縮を有している。さらに、2 0 . 0 重量% のミクロスフェアを含み、密度が約 1 . 0 g / c m³ である配合物 H は、わずか 5 . 0 % の低かさ密度 C S H (C e l i t e C o r p 製の S i l a s o r b) を含むだけで、約 1 . 2 g / c m³ という高い密度を有する配合物 F より 4 0 % を超える低い熱収縮を有している。

【 0 0 6 8 】

高温熱収縮は、熱機械分析装置 (T M A) を使用して測定した。試料は、1 0 m m × 2 5 m m、1 2 m m までの厚さに切断した。飽和した試料の温度を 2 0 / 分の速度で 9 5 0 まで昇温させ、試料の寸法をマクロ膨張プローブで測定した。熱収縮は、2 5 から 9 5 0 まで全体の寸法変化を測り取り、全体の初期長さの百分率として記録した。

【 0 0 6 9 】

ミクロスフェアをファイバーセメント配合物に使用する他の利点は、ミクロスフェアの添加量が増えるにしたがって熱収縮が減少する点である。ミクロスフェアによる熱収縮は添

10

20

30

40

50

加した重量パーセントに逆比例するのに対して、従来の密度調節剤による熱収縮は添加した重量パーセントに正比例する。したがって、ミクロスフェアの添加量の多い配合物（約 90 重量%まで）は、添加量の少ない（約 20 重量%まで）配合物より低い熱収縮を有する。

【0070】

下の表 13 は、ミクロスフェアの添加量の多い配合物を提供し、表 14 は、高温熱収縮の結果を提供している。ミクロスフェア添加量が 70 重量%と 90 重量%の配合物 I と J は、それぞれ約 2.7%と 1.1%の熱収縮の結果を生じている。配合物 I と J の熱収縮は、試料をおよそ 10 mm × 10 mm × 40 mm 長さに切断し、オープン乾燥して 1000 のマッフル炉で 1 時間焼成し、オープン乾燥の条件まで放冷することにより測定した。熱収縮パーセントは、オープン乾燥から 1000 に上げたときの全体の長さの差を測定し、最初のオープン乾燥時の長さで除して決定した。

【0071】

【表 13】

表 13 - 表 14 の結果の配合物

フォーミュラの識別	ポルトランドセメント	シリカ	セルロース	ミクロスフェア
	水硬性バインダー	骨材	繊維	LDA
I	26.2	2.9	0.9	70.0
J	8.7	1.0	0.3	90.0

【0072】

【表 14】

表 14 - 高添加率ミクロスフェア配合物の熱収縮

フォーミュラ識別	熱収縮%
I	2.7
J	1.1

【0073】

したがって、ファイバーセメント配合物中に 20%のミクロスフェアを使用する実施形態においては、ミクロスフェアを含まない配合物から作製した同等の製品と対比した最終製品の熱収縮の増加は約 50%未満である。上で説明したように、ミクロスフェアの割合を増やすに従って熱収縮の割合は、ミクロスフェアを含まない製品と対比して、ミクロスフェアを含む最終製品が、好ましくは約 10%から約 70%の低さである低い熱収縮を示す点までも減少する。より好ましくは、ミクロスフェアを含む製品の熱収縮は、好ましくは約 4%未満である。

【0074】

3. 第 3 の実施形態 - ミクロスフェアおよび他の添加剤

本発明の第 3 の実施形態は、セメント質のセルロース繊維強化建築材料中に中空のセラミックミクロスフェアを火山灰および/または他の低密度添加剤と共に添加することに関する。火山灰および中空のセラミックミクロスフェアの説明は、それぞれ、第 1 および第 2 の実施形態の詳細な説明の中で見られる。ミクロスフェアと低密度添加剤のブレンドを含む第 3 の実施形態は、VA を添加した FRC 製品が改良された耐湿性および耐久特性をもった低い範囲の密度を実現することができる第 1 の実施形態よりさらに好ましいかもしれない。しかしながら、ミクロスフェアが独立で添加されている第 2 の実施形態の方が、ミ

クロスフェアの独立の添加によって提供される最高の耐久特性のためにこの第3の実施形態より好ましいかもしれない。第3の実施形態より第2の実施形態を選択するかどうかは、個々の用途における耐久性の相対的な重要度に依存する。

【0075】

第1および第2の実施形態と同様に第3の実施形態の1つの好ましい配合物は、水硬性バインダー、骨材、繊維、中空セラミックミクロスフェア、低密度添加剤および他の添加剤を含む。第3の実施形態の様々な成分として、第1の実施形態で各成分用に掲げた前記の材料のいずれもが含まれることは理解されよう。また第3の実施形態は、第1の実施形態で表示し説明した多数の従来の方法および硬化条件により製造することができる。応用できる場合、原料、方法、ステップまたは条件の選択は、第1の実施形態のものと同一である。

10

【0076】

ミクロスフェアのVAおよび/または低密度添加剤とのブレンドは、個々の用途（たとえば、サイディング、屋根ふき材、回り縁、下端、タイルの下敷き用裏打ち板など）に合わせた最適の特性を得るために、水硬性バインダー、骨材、低密度添加剤、および他の添加剤をすべて異なる比率で有する様々な建築製造物に使用することができる。第3の実施形態の1つの好ましい組成物は、約5%～80%のポルトランドセメント、約0%～80%のシリカ、約4.1%～15%のセルロース、約0%～10%の添加剤、および約2%～60%のミクロスフェアおよび他の一般のLDAを含むことができる。ミクロスフェアと一般の低密度添加剤のブレンドを含む一般的な配合物の1つの具体例は以下の通りである。

20

【0077】

ポルトランドセメント（バインダー）	28.7%
シリカ（骨材）	50.3%
セルロース（繊維）	7%
金属水酸化物（添加剤）	4%
ミクロスフェア（LDA）	10%
火山灰（LDA）	5%

ミクロスフェアおよびVAを含む他のLDAの割合が所望される用途によって変化しうることは理解されよう。

30

【0078】

試験結果

耐久性を伴う低密度

ミクロスフェアをVAまたはかさ密度の低いCSH等他の一般の低密度調節剤または膨張ポリスチレンビーズ、クレー、パーミキュライト、パーライト、ケツ岩等とブレンドすることにはいくつかの利点がある。1つの利点は、ミクロスフェアに比べて密度の低いVAおよび一般のLDAを添加することによって、（ミクロスフェア単独よりも）少ない全体の添加重量パーセントで、同等またはより低い密度を実現することができることである。低い添加割合は、より経済的であり、ミクロスフェアが一般の無機物密度調節剤の添加に付随する水分膨張率を最小限度に抑える。ミクロスフェアを他の一般の低密度添加剤とブレンドすることの他の利点は、FRC製品が低い密度範囲を達成しながら、それにもかかわらず、取り扱いに対する十分な製品の強度を維持できることである。したがって、一般の低密度添加剤が有する寸法安定性および全体としての耐久性への悪影響を最小限に抑えながら、ミクロスフェアと他のLDAの組み合わせを高い仕込み量（重量パーセント基準）で加えることができる。

40

【0079】

しかしながら、本明細書に記載した実施形態のすべてにおいて低密度添加剤の添加が、セメントを基材とする配合物の密度を低下させる唯一的手段ではない。繊維または低密度添加剤を含まないセメントと骨材からなる配合物は、一般に、約1.8から2.1 g/cm³の範囲の密度を有する。セメント配合物への繊維の添加は、繊維が強度と釘打ちに適し

50

た製品を提供することに加えて密度も低下させるので有利である。約 4 重量%より多い繊維を含むファイバーセメント配合物の密度は、一般に、約 1.2 から 1.4 g / cm³ の範囲である。約 4 重量%以下の繊維を含む F R C 配合物は、据付けのための十分な強度と延性を持たないことが分かった。このような F R C 製品は、しばしば脆過ぎて釘打ちによってひび割れが生じ、据付け中に破裂する。別法において、約 15 重量%より多い繊維の添加は、F R C 配合物中の繊維が、水分膨張率、透水性の増加、および全体としての耐久性の妥協を助長するので、用途によっては望ましくない。

【 0 0 8 0 】

したがって、個々の製品の厚さおよび形状に合わせた正しくバランスのとれた繊維を F R C 用として有利となるように決定しなければならない。一実施形態においては、約 4 . 1 % ~ 1 5 % の繊維の割合が好ましい。F R C 配合物には低密度添加剤を加えて繊維を添加した密度をさらに低下させる。しかしながら、一般に、L D A の添加が多くなればなるほど、F R C 製品の強度特性は低下する。したがって、F R C 製品は、好ましくは、持ち運びと据付けが十分にできる最低限の強度を維持すべきであるので、L D A の添加は制限される。L D A の最大添加量は、L D A 、特定の L D A の仕込み量、個々の F R C 製品の形状等多数の要因に依存する。必要な最低限の強度もまた、F R C 製品の形状と厚さに依存する。図 4 は、フィルタプレスをかけた 1 0 " × 1 0 " (2 5 . 4 c m × 2 5 . 4 c m) の原型板の密度と強度に対するミクロスフェアの添加量 (重量 %) の一般的な関係を示している。

【 0 0 8 1 】

下の表 1 5 ~ 1 7 は、F R C 配合物とフィルタプレスをかけた 1 0 " × 1 0 " (2 5 . 4 c m × 2 5 . 4 c m) の原型板の試験結果を示し、より詳細には、低い密度範囲を達成し、耐久性を改良するためにミクロスフェアを他の低密度添加剤とブレンドすることの利点を示している。

【 0 0 8 2 】

【表 1 5 】

表 1 5 - 表 1 6 および 1 7 の配合物

フォーミ ュラの 識別	ポルトラ ンドセメ ント	シリカ	セル ロース	金属 水酸化物	ミクロス フェア	低かさ密 度CSH
	水硬性バ インダー	骨材	繊維	添加剤	LDA	LDA
B	28.7	60.3	7.0	4.0		
G	28.7	50.3	7.0	4.0		10.0
M	28.0	49.0	7.0	4.0	12.0	
N	28.4	49.6	7.0	4.0	6.0	5.0
O	28.7	51.3	7.0	4.0	6.0	3.0

【 0 0 8 3 】

表 1 6 は、12 重量%のミクロスフェアを含む配合物 M、9 重量%の、ミクロスフェアと低かさ密度 C S H の、ブレンドを含む配合物 O、および低密度添加剤を含まない対照実験の密度を比較している。配合物 O に使用している低かさ密度の C S H は、シリカ、石灰、および水を含み、実質的にトベルモライトの形をしている C S H である低かさ密度の材料をもたらす方法を使用して、ジェームスハーディー (J a m e s H a r d i e) により製造している。さらなる詳細は、米国特許出願第 0 9 / 0 5 8 , 4 4 4 号 (出願日 : 1 9 9 8 年 4 月 9 日 (米国特許第 6 3 4 6 1 4 6 : 登録日 2 0 0 2 年 2 月 1 2 日)) に記載されており、その全部を参照により本明細書に合体する。配合物 M と O の密度の減少は、

対照実験と対応させると違いが顕著ではないが、ブレンド品（配合物O）の低密度添加剤の添加量の合計は、ミクロスフェアだけを含む配合物Mより3%少ない。配合物MとOにとって水硬性バインダーと骨材の重量%の微妙な相違は、密度特性には影響しない。

【0084】

【表16】

表16－密度の比較

フォーミュラの識別	説明	O.D.密度 (g/cm ³)
B	対照実験 LDAなし	1.31
M ¹	ミクロスフェア12%	1.09
O ¹	ミクロスフェア6% 低かさ密度CSH 3%	1.11

¹ 配合物Mおよび配合物O中のLDAパーセントは、LDAを含まない対照実験（配合物B）中の骨材の同じパーセントとの置き換え。

【0085】

下の表17は、主として種々の低密度添加剤の添加量のみを変化させたものと、低密度添加剤なしの対照実験を含む、4つの配合物のフィルタープレスのかけた10"×10" (25.4cm×25.4cm)の原型板の試験結果を示す。結果は、12重量%のミクロスフェアを含む配合物Mが密度を対照実験のその1.35g/cm³から1.16g/cm³まで減少させるが、ミクロスフェア/低かさ密度CSH (Celitex製のSilasorb)ブレンドの計11重量%を添加した配合物Nは、密度をさらに1.10g/cm³まで低下することを示している。そのうえ、ミクロスフェア/低かさ密度CSHブレンドの計11重量%を含む配合物Nおよび低密度添加剤を含まない対照実験の水分膨張率はそれぞれ0.167%と0.163%で、顕著な差はない。それに比べて、わずか10重量%の低かさ密度CSHを含む配合物Gは、配合物Nの計11重量%のブレンドの場合とほぼ同じ密度を与えるが、0.197%という著しく高い水膨張率を有する。配合物中の水硬性バインダーと骨材の重量%の微妙な相違は、密度または水分膨張率特性には影響しない。

【0086】

【表17】

表17－水分膨張率の比較

フォーミュラの識別	説明	O.D.密度 (g/cm ³)	水分膨張率%
B	対照実験 LDAなし	1.35	0.163±0.02
M	ミクロスフェア 12%	1.16	0.156±0.02
N	ミクロスフェア 6% 低かさ密度CSH 5%	1.10	0.167±0.02
G	低かさ密度CSH 10%	1.12	0.197±0.02

¹ 配合物M、NおよびG中のLDAパーセントは、LDAを含まない対照実験（配合物B）中の主として骨材との置き換え。

【0087】

結論

概して、本発明の好ましい実施形態、より詳細には、火山灰、中空セラミックミクロスフェア、またはミクロスフェアと火山灰および/または他の添加剤の組み合わせを含有する繊維強化建築材料が、従来技術と比較していくつかの利点を有することが認識されよう。これらの材料は、従来のファイバーセメント建築製造物と比較して低い密度を有する。これによってより厚い製品（たとえば、 $3/8" \sim 1.0" (0.95 \sim 2.54 \text{ cm})$ ）の製造が可能となり、軽量であり、したがって、取り扱い、切断、釘打ち、据付け等が容易となる。

【0088】

その材料はまた、湿潤乾燥寸法安定性が改良されており、建築材料の耐久性が改善されるため、建築物のパネルが過剰に収縮およびひび割れすることがない。また、湿度の変化または雨期から乾期への変化の後、パネルまたは板材の間に過剰のすき間が開くことがない。

10

【0089】

少なくとも中空のセラミックミクロスフェアを組み込む配合物および建築製造物に関しては、ほとんどの無機物密度調節剤を加えたファイバーセメント材料と違って、材料の凍結融解抵抗が低密度で維持される。このことによって凍結と融解の条件を頻繁に経験する気候の中のこれらの材料に、優れた耐久性が提供できる。

【0090】

ミクロスフェアを組み込むこれらの材料は、一般の低密度添加剤と比較して熱寸法安定性が改良されているため、耐火特性が改善されている。したがって、この材料は、建物火災の中でも建物の構成部分として安定しており、その材料を、ひび割れ、崩壊することなく、また火を急速に広げさせない防火物として維持できる。

20

【0091】

好ましい実施形態は、多数の建築製造物の用途、たとえば、限定はしないが、建築用パネル（内装および外装）、タイルの裏打ち板（壁および床）、サイディング、下端、回り縁、屋根ふき材、塀材、デッキ材等への適用性を有している。上で明示し、説明した実施形態は、本発明の確かな好ましい実施形態の例として単に用意したものである。当業者なら本発明の精神および範囲から逸脱することなく、本明細書に示された実施形態から様々な変更および修正を加えることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】 中空セラミックミクロスフェアを含むものおよび含まないもののハチェック（H a t s c h e k）法で作製した板の凍結融解試験後のM I P法による細孔径分布のグラフである。

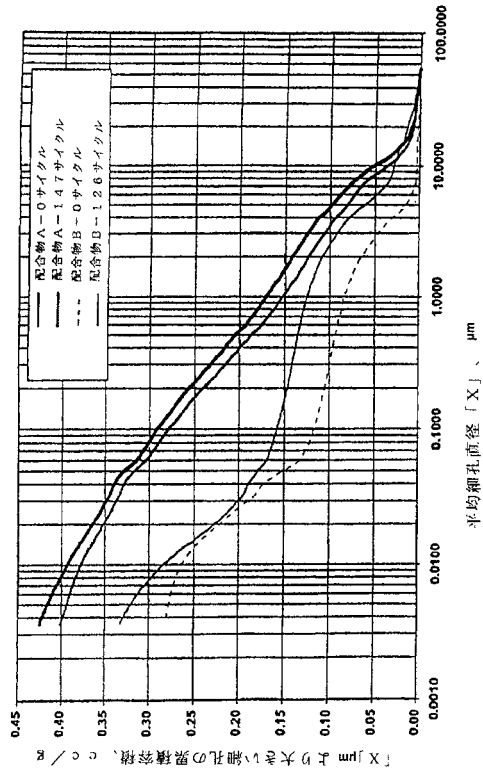
【図2】 中空セラミックミクロスフェアを含むものおよび含まないもののハチェック（H a t s c h e k）法で作製した板の凍結融解試験後のB E T法による細孔径分布のグラフである。

【図3】 10重量%の中空セラミックミクロスフェアを含むハチェック（H a t s c h e k）法で作製した板が147サイクルの凍結融解の後劣化を示さないことを明らかにしているS E Mの写真である。

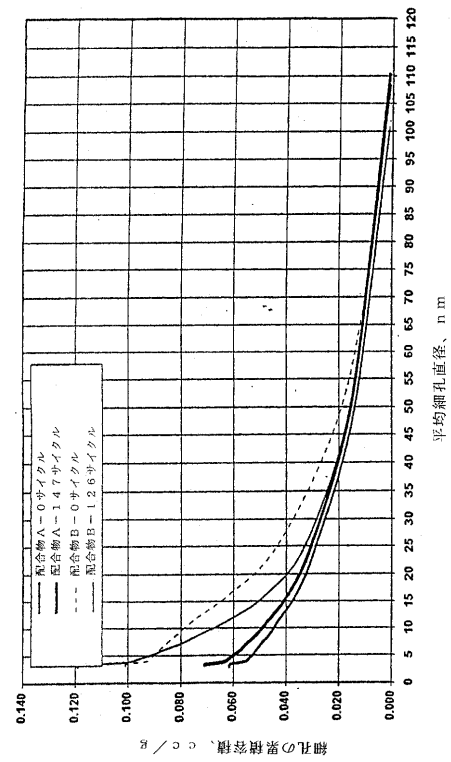
40

【図4】 低密度添加剤の添加と、密度および強度の間の関係を明らかにするグラフである。

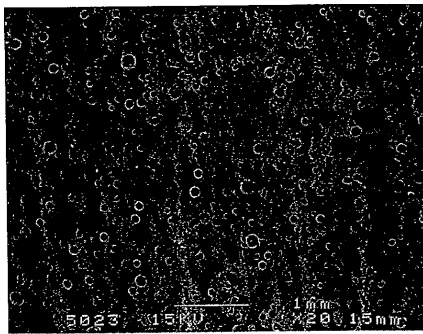
【図 1】



【図 2】

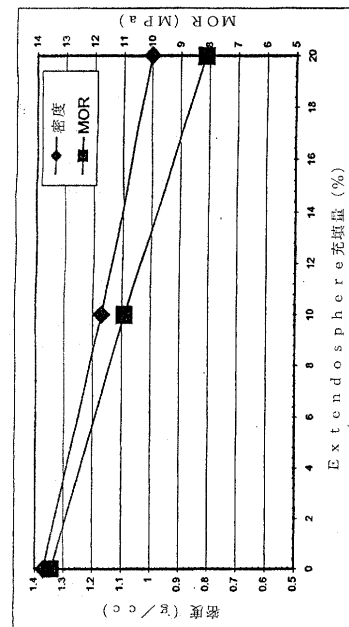


【図 3】



F/6.3

【図 4】



 フロントページの続き

- (72)発明者 グリーソン、 ジェイムズ、 エー .
 アメリカ合衆国 9 1 7 8 6 カリフォルニア州 アップランド コロネイド ストリート 1 1
 6 9
- (72)発明者 パラディス、 カリーン、 エイチ .
 アメリカ合衆国 9 1 7 3 9 カリフォルニア州 ランコ クカモンガ パルドウィン コート
 1 4 0 9 0
- (72)発明者 スローン、 ブライアン、 ピー .
 オーストラリア国 2 1 4 6 ニュー サウス ウェールズ オールド トーンガビー ノッティ
 ングハム ストリート 1 4
- (72)発明者 メルメス、 ディヴィッド、 エル .
 アメリカ合衆国 9 1 7 8 4 カリフォルニア州 アップランド グレンウッド ウエイ 1 9 1
 9
- (72)発明者 セリグマン、 ディーン、 エム .
 アメリカ合衆国 9 2 6 9 0 カリフォルニア州 ミッション ヴィージョー ピー . オー . ボック
 ス 2 8 7 8

審査官 小川 武

- (56)参考文献 特開平08-217561(JP, A)
 特開平02-192447(JP, A)
 特開平04-295072(JP, A)
 特開昭63-257631(JP, A)
 国際公開第00/021901(WO, A1)
 国際公開第98/045222(WO, A1)
 米国特許第06346146(US, B1)
 国際公開第01/043931(WO, A1)
 国際公開第01/016048(WO, A1)
 国際公開第00/061519(WO, A1)
 国際公開第01/036191(WO, A1)
 国際公開第01/026894(WO, A1)
 英国特許出願公開第02041384(GB, A)
 特許第4473345(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C04B 7/00-28/36