

(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
2010 年 9 月 16 日(16.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/103812 A1

- (51) 国際特許分類:
E04B 1/24 (2006.01) E04B 1/58 (2006.01)
E04B 1/18 (2006.01) E04H 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/001666
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 9 日(09.03.2010)
- (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 2009-058936 2009 年 3 月 12 日(12.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木孝彦 (SUZUKI, Takahiko) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木悠介 (SUZUKI, Yusuke) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 竹

内一郎 (TAKEUCHI, Ichiroh) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 岡田忠義 (OKADA, Tadayoshi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP).

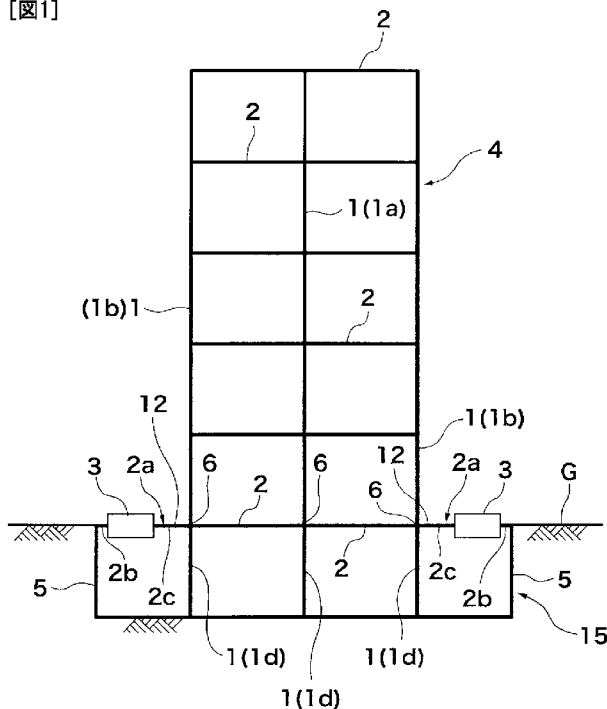
- (74) 代理人: 志賀正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

[続葉有]

(54) Title: SEISMIC RESISTANT STEEL STRUCTURE

(54) 発明の名称: 耐震鉄骨構造

[図1]



(57) Abstract: An underground steel structure which supports a building having a ground column has an underground wall, an underground column provided below the column base of the ground column, and an external beam coupling the column base and the underground wall and having a yield point lower than that of the column base.

(57) 要約: 本発明の、地上柱を有する建築物を支持する地下鉄骨構造は、地下壁と; 前記地上柱の柱脚部の下方に設けられる地下柱と; 前記柱脚部と前記地下壁とを連結する外梁であって、前記柱脚部よりも降伏点が高い外梁と; を有する。



NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：耐震鉄骨構造

技術分野

[0001] 本発明は、地下鉄骨構造を有する多層建築物などの耐震鉄骨構造に関する。

本願は、２００９年３月１２日に、日本に出願された特願２００９－０５８９３６号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、地下鉄骨構造を有する多層建築物が知られている（例えば、特許文献１参照）。

図１１は、地下鉄骨構造１１５を有するラーメン構造の多層建築物１０４を示す。例えば地震時において多層建築物１０４に水平力が作用した場合、２階以上の地上鉄骨構造は、水平方向に動くことが可能である。このため、図１４に示すように、２階以上に設けられる柱１０１および梁１０２には、地上柱脚部１０６に比べて格段に小さい曲げモーメント M_1 、 M_2 が作用する。

図１３は、一般的な地下鉄骨構造１１５を説明するための模式図である。図１３に示されるように、地下鉄骨構造１１５は、地上の側柱１０１ a 又は隅柱１０１ b の外側地中に設けられるSRC造又はRC造の地下外周部壁１０５と、地下１階天井スラブ１１２を支持する外梁１０２ a と、一階梁１０２とを備える。外梁１０２ a の一端部は、地下外周部壁１０５に連結され、外梁１０２ a の他端部は、地上の側柱１０１ a 又は地上の隅柱１０１ b の柱脚部に連結される。一階梁１０２は、地上の側柱１０１ a の脚部間、地上の側柱１０１ a の脚部と隅柱１０１ b の脚部との間、又は、地上の側柱１０１ a の脚部と中柱１０１ c の脚部との間を連結する。

図１４に示すように、地震時等において矢印で示すような水平力が建築物１０４に作用した場合、地盤 G に拘束されている地下外周部壁１０５は、地

盤 G と共に水平方向に動く。このため、外梁 102a が連結されている地上柱 1 の柱脚部と、地下 1 階柱 101d の上部との接合部には、大きな逆せん断の曲げモーメント M_3 が作用する。

なお、地下鉄骨構造 115 は、剛性が高くなるように構築され、例えば、SRC 造が採用される。

[0003] 前記のように、建築物 104 に水平力が作用すると、地上柱 1 の柱脚部と地下 1 階柱 101d の上部との接合部には大きな逆せん断の曲げモーメント M_3 が発生する。この曲げモーメント M_3 に対抗するためには、地上柱 101 及び地下 1 階柱 101d の塑性変形性能を大きく設計することが考えられる。具体的には、柱の素材として、降伏比が 80% 以下の鋼材を利用すること、又は、図 12A、図 12B に示すように、角形鋼管柱 113 の板厚 t_2 を厚く設計することが考えられる。

[0004] なお、建築骨組、特に、柱と梁とが剛接合されているラーメン骨組の耐震設計は、(1) 中小地震時には骨組の弾性変形による耐震機能を発揮させること、(2) 大地震時には骨組の塑性変形による耐震機能を発揮させること、を基本思想としている。詳述すると、(2) においては、骨組みの塑性変形によるエネルギー吸収性能に期待して、塑性変形を許容して耐震機能を発揮させる。すなわち、塑性変形性能により設計耐力を低減させる。

[0005] 大地震に耐えるためには、より大きなエネルギーを吸収する必要がある。従って、一般的には、骨組を構成する部材として、降伏点 Y_P と引張り強さ T_S との比 $Y_R (=Y_P/T_S)$ が 0.80 以下の低 Y_R 鋼材を用いて塑性変形性を向上させる。また、骨組の崩壊モードを、エネルギー吸収に適した全体崩壊モードとすることが推奨されている。

[0006] 例えば、非特許文献 1 では、全体崩壊モードを実現するために、各節点で柱梁耐力比を 1.5 以上に設定することが推奨されている。柱梁耐力比とは、崩壊メカニズムを判断する際の指標として用いられる数値であり、柱の耐力を梁の耐力で除した値である。

[0007] 崩壊モードは、ある層の全ての柱が先行降伏し、一層もしくは複数の特定

層が崩壊する部分崩壊モードと、梁が先行降伏し塑性ヒンジが全層に分散する全体崩壊モードとに大別される。

[0008] ある層の全ての柱が先行降伏する部分崩壊モードでは、発生する塑性ヒンジの数が少なくても崩壊が生じる。

[0009] 一方、梁が先行降伏する全体崩壊モードでは、塑性ヒンジが全層に生成した場合において崩壊が起こる。従って、柱と梁とに同じ塑性変形性能の部材を用いた場合、全体崩壊モードでは、部分崩壊モードと比較して骨組のエネルギー吸収能力が高い（例えば、特許文献 2 参照）。

また、柱梁耐力比が 1.0 を超えるような設計も知られている（例えば、特許文献 3, 4 参照）。

[0010] 多層建築物の構造において、上階の梁と下階の梁とこれらに連結される柱とで囲まれる部分に、低降伏点鋼を用いた斜材を設ける技術も知られている。この斜材は、上階の梁（又は上階の柱梁が交差するコーナー部）と、下階の柱梁が交差するコーナー部とを連結する。この技術によれば、斜材が柱及び梁に先行して降伏するため、柱と梁とを、弾性変形の範囲に留めることができる。また、斜材で吸収しきれなかった建物に入力される地震エネルギーを、柱よりも先に梁部材を塑性変形させることで吸収するように骨組みを設計することも知られている。

[0011] 上述の骨組み設計の一例としては、斜材に引張強度が 200 N/mm^2 級～ 300 N/mm^2 級（それぞれ設計強度で、 80 N/mm^2 級～ 205 N/mm^2 級）の鋼板を用いる。そして、梁部材又は柱部材に、引張強度が 400 N/mm^2 級（ $400\sim590\text{ N/mm}^2$ 級（それぞれ設計強度で、 325 N/mm^2 級～ 440 N/mm^2 級））の鋼板を用いる。更に、梁の軸方向の上下フランジの一部を他の部分よりも、断面積を小さくする、又は、柱側のフランジと梁との接合部に低降伏点の鋼材を介在させて接合する。このように骨組みを設計することで、塑性変形しやすくした部位を与えた梁を柱に先行して降伏させることができる。その結果、柱を弾性変形の範囲内で使用できる。

[0012] 柱部材には、梁部材用鋼板と同程度の引張強度の鋼材が使用される。また、下階の柱には、鉛直方向の圧縮荷重が大きくかかる。従って、建物が高い程、下階の柱はボックス断面等の断面積を大きくする必要があり、その鋼材重量が大きくなる。この場合、溶接に関しても高度の熟練と品質管理とが要求される。

[0013] ところで、鉄骨造の建物の多くには、角形鋼管柱とH形断面梁とからなるラーメン構造が採用されている。前記の角形鋼管柱は、厚板を溶接により組み立てて製作される場合も多い。

前記のように、柱を弾性範囲内で使用する場合の柱素材としては、塑性変形性能よりも、むしろ設計強度と靱性（耐脆性破壊）の高い鋼材が求められている。しかし、設計強度が高い鋼材として、炭素をはじめとする硬化強化元素の量を増加させて、引張強度を増すようにする場合、鋼材の溶接性は劣化する。これにより、溶接熱影響部の硬化や溶接割れの発生頻度が高まる。

また、硬化や割れを防止するために柱の予熱を行うようにして溶接する場合、施工コストがかさみ、経済的でなくなる。予熱を必要としない一般的な鋼材（設計強度235～325 N/mm²級）を用いると、角形鋼管柱を構成する各側面板の板厚が厚くなり、溶接金属が多く必要になると共に、角形鋼管柱の鋼重が重くなる。結果として、建築物の重量も重くなり、コストが増加する。

[0014] 鉄骨構造の建築物では、柱を弾性範囲で使用し、梁を柱よりも先行して降伏するように設計することで、大地震時等に柱の損傷を防止し、建物の崩壊を防止するようにすることも知られている（例えば、特許文献2～5参照）。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：特開平11-336101号公報

特許文献2：特開2006-291698号公報

特許文献3：特開2006-45821号公報

特許文献4：特開2006-45820号公報

特許文献5：日本国特許第3888244号公報

非特許文献

- [0016] 非特許文献1：冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル（日本建築センター発行）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0017] 建設コスト削減のために柱に高降伏点鋼を使用する場合、降伏比の上昇と伸びの減少とに起因して、柱が早期に破断しやすい。従って、柱の早期破断を防ぐ耐震鉄骨構造が望まれる。

地上柱脚部および地下柱上部を除けば、柱梁耐力比を一定値以上確保することで、柱よりも梁を先行降伏させて、柱を弾性範囲内に留めて柱の破断を防ぐことができる。しかしながら、一般に、地上柱脚部は、地下構造部分に剛接合されるため、建築物に水平力がかかると逆せん断のモーメント M_3 が生じる。このため、地上柱脚部に接続する外梁（1階梁）を先行降伏させることができず、地上柱脚部を弾性変形の範囲内に留めることが困難である。

- [0018] 前記のように、地上柱101と地下柱101dとには、大きな逆せん断の曲げモーメント M_3 がかかる。このため、その逆せん断の曲げモーメント M_3 を解消させることができれば、降伏比の高い鋼材（高張力鋼）を柱素材として用いても、柱を弾性範囲内で使用することが可能になる。結果として、柱断面積の低減が可能となる。すなわち、柱の鋼重を低減することが可能になり、建築物をより安価に構築することができる。

本発明は、前記の課題を解消することができる耐震鉄骨構造を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0019] 本発明は、上述の課題を解決するために以下の手段を採用した。

（1）本発明の第1態様は、地上柱を有する建築物を支持する地下鉄骨構造

であって、地下壁と；前記地上柱の柱脚部の下方に設けられる地下柱と；前記柱脚部と前記地下壁とを連結する外梁であって、前記柱脚部よりも降伏点が高い外梁と；を備える。

（２）上記（１）に記載の地下鉄骨構造では、前記外梁が、前記外梁よりも降伏点が高いダンパー部を備えてもよい。

（３）上記（２）に記載の地下鉄骨構造では、前記ダンパー部が、前記外梁の軸方向に直列に接合される鋼材であってもよい。

（４）上記（２）に記載の地下鉄骨構造では、前記ダンパー部が、前記外梁と前記地上柱との間に介在する鋼板であってもよい。

（５）上記（１）に記載の地下鉄骨構造では、前記地上柱及び前記地下柱の降伏強度が少なくとも 400 N/mm^2 であってもよい。

（６）上記（１）～（５）のいずれか１項に記載の地下鉄骨構造では、前記地上柱の前記柱脚部と、前記地下柱とが、ピン接合構造により接合されていてもよい。

発明の効果

[0020] 上記（１）に記載の構成によれば、外梁が地上柱の柱脚部よりも先に降伏するため、地上柱の柱脚部の塑性変形を防止することができる。このため、例えば地震等で地上鉄骨構造に水平力が付与される際に、地上柱の柱脚部に発生する曲げモーメント M_3 を、外梁の塑性変形により吸収することができる。従って、地上柱と地下柱との素材として、降伏比の高い鋼材（高張力鋼）を用いても、柱を弾性範囲内で使用することが可能になる。その結果、柱断面積の低減が可能となるため、柱の鋼重を低減することが可能になる。従って、建築物をより安価に構築することができる。

上記（２）～（４）に記載の構成によれば、例えば地震等で地上鉄骨構造に水平力が付与されたときにダンパー部が伸縮するため、外梁が水平方向に移動可能となる。また、ダンパー部の塑性変形により、地上柱の柱脚部に発生する曲げモーメント M_3 を吸収することができる。更に、ダンパー部が塑性変形し、外梁が塑性変形しない程度の外力を地震等で受けた場合には、ダ

ンパー部のみを交換することで補修できる。

上記（５）に記載の構成によれば、柱の素材の降伏強度が少なくとも 400 N/mm^2 であるため、 400 N/mm^2 以上の高降伏点鋼を用いて、柱素材の板厚寸法を小さくして、柱の軽量化を図ることができる。

上記（６）に記載の構成によれば、例えば地震等で地上鉄骨構造に水平力が付与される際に、地上柱の脚部をその下端部を中心として回転させることが可能となる。従って、地震時等に地上柱の柱脚部に作用する曲げモーメントを外梁に伝達することができる。また、柱脚部よりも外梁を先行降伏させることで、地上柱脚部の変形を弾性変形の範囲に留めることができる。従って、地上柱の柱脚部の塑性変形を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1] 本発明の第１実施形態に係る、地下構造を有する多層建築物の耐震鉄骨構造を示す正面図である。

[図2A] 同建築物の１階部分の断面図である。

[図2B] 同建築物の柱部分の拡大断面図である。

[図3] 同建築物に設けられるダンパーの配置の一例を示す断面図である。

[図4] 地震等により、同建築物に水平な力が作用した時に、鉄骨構造の各部に作用する曲げモーメントを示す図である。

[図5] 本発明の第２実施形態に係る、地下構造を有する多層建築物の耐震鉄骨構造を示す正面図である。

[図6] 同建築物の地下１階部分の断面図である。

[図7] 同建築物に設けられるピン接合構造の一例を示す拡大正面図である。

[図8] 図７のＡ－Ａ断面図である。

[図9] 地震等により、同建築物に水平な力が作用した時に、鉄骨構造の各部に作用する曲げモーメントを示す図である。

[図10A] 本発明の第２の実施形態におけるピン接合構造の変形例を示す拡大正面図である。

[図10B] 図１０ＡのＢ－Ｂ断面図である。

[図11]従来の地下構造を有する多層建築物を示す正面図である。

[図12A]同建築物の1階部分の断面図である。

[図12B]同建築物の柱部分の拡大断面図である。

[図13]同建築物の1階柱脚部と外周壁との連結構造を示す平面図である。

[図14]地震等により、同建築物に水平な力が作用した時に、鉄骨構造の各部に作用する曲げモーメントを示す図である。

[0022] 以下、本発明の好ましい実施形態について説明する。

[0023] (第1実施形態)

以下、図1～図4を参照して、本発明の第1実施形態に係る耐震鉄骨構造について詳細に説明する。

[0024] 図1は、地下鉄骨構造15を有する多層建築物4の耐震鉄骨構造を示す正面図である。図2Aは、多層建築物4における1階柱付近で水平に切断した断面図である。図2Bは図1Aの柱部分を拡大して示す断面図である。図3は図1におけるダンパー3の配置状態を示す平面図である。図4は多層建築物4の耐震鉄骨構造に地震時に水平な地震力が作用した時に、鉄骨構造の各部に作用する曲げモーメントを示す正面図である。

[0025] 本実施形態に係る耐震鉄骨構造は、地上鉄骨構造および地下鉄骨構造15を有する多層建築物4において利用される。

[0026] 図1に示されるように、地下鉄骨構造15は地上鉄骨構造よりも広く設計されている。多層建築物4における地上鉄骨構造では、複数の柱1（側柱1aと、隅柱1bと、中柱1c）と、複数の梁2とにより、耐震鉄骨構造が形成されている。地上柱1の下部には、地下柱1dが設けられている。

[0027] 側柱1aと、隅柱1bと、中柱1cとは、互いに所定の間隔をおいて設けられる。側柱1aと隅柱1b、側柱1aと中柱1c、および2本の側柱1a間は、梁2によりそれぞれ連結されている。

[0028] 柱1は、厚鋼板を適宜溶接により組み立てて形成される角形鋼管柱、箱形断面柱、円形鋼管柱、H形断面柱、又はクロスH断面柱（H形断面柱のウェブに断面T形の鋼材の脚部を溶接により固定したフランジ付十字形断面柱）

により構成されてもよい。前記柱の梁接合部には、ダイアフラム（内ダイアフラム、通しダイアフラム又は外ダイアフラム）が設けられる（図示せず）。このダイアフラムに、梁 2 のフランジおよびウェブが溶接される。ダイアフラムと梁 2 とは、スプライスプレート（図示せず）を介して接合されてもよい。ダイアフラムと柱とを溶接する場合は、レ形開先の完全溶け込み溶接により接合することが好ましい。尚、柱 1 は、例えば、靱性の高い冷間成形による角形鋼管が好ましい。

[0029] 本実施形態における地下鉄骨構造 1 5 は、地上の側柱 1 a 及び隅柱 1 b の外側地中において、SRC 造又は RC 造で閉鎖環状に形成された地下外周部壁 5 を備える。この地下外周部壁 5 に、地下 1 階天井スラブ 1 2 を一体に支持する外梁 2 a の一端部が連結される。この外梁 2 a の他端部には、地上の側柱 1 a 又は地上の隅柱 1 b の柱脚 6 が連結される。地上の側柱 1 a の柱脚 6 間、地上の側柱 1 a の柱脚 6 と隅柱 1 b の柱脚 6 との間、又は地上の側柱 1 a の柱脚 6 と中柱 1 c の柱脚 6 との間は、1 階梁 2 により連結される。

本実施形態において、外梁 2 a にはダンパー 3 が設けられる。具体的な一例としては、地下外周部壁 5 に剛接合される外側の外梁構成体 2 b と、側柱 1 a 又は隅柱 1 b に剛接合される内側の外梁構成体 2 c との間に、ダンパー 3 を接合することで外梁 2 a を構成する。他の一例としては、外梁 2 a の端部にダンパー 3 を接合する。ダンパー 3 を、外梁 2 a の降伏点よりも低い降伏点を有する鋼材で構成してもよい。これにより、ダンパー 3 の断面形状と外梁 2 a の断面形状とを略同一にして両者を直列に接合しても、ダンパー 3 としての役割を果たすことができる。ダンパー 3 の接合に関しては、ダンパー 3 側に取り付け部を設けて、柱 1 又は地下外周部壁 5 側の取り付け部に、溶接又はボルトにより接合するようにすればよい。

前記のダンパー 3 は、梁軸方向への圧縮力又は引張力により塑性変形される部分であるから、梁軸方向のダンパー 3 の位置は、原理的には任意の位置でよいが、図 1 や図 3 に示されるように、地下外周部壁に設けたほうが単純で経済的である。

[0030] このように、外梁 2 a にダンパー 3 を組み込むことにより、外梁本体部分よりも、塑性変形しやすい部分を外梁 2 a に導入することができる。このダンパー 3 は、常時、小地震時、又は強風時等には、外梁 2 a の一部として機能し、大地震時において、外梁 2 a 軸方向に圧縮力を受けた場合に、座屈が起こらないよう縮むことで塑性変形され、あるいは外梁 2 a 軸方向に引張力を受けた場合に、伸びることで塑性変形される。従って、1 階におけるすべての柱（側柱 1 a と隅柱 1 b と中柱 1 c）の柱脚 6 と、地下柱 1 d の上部との接合部および 1 階梁（外梁 2 a およびその他の梁）2 との接合部は、地震時等に水平方向に移動することができる。

図 1 に示す形態では、図面の左右方向の一方のダンパー 3 が圧縮力を受けて塑性変形すると、他方のダンパー 3 は引張力を受けて塑性変形し、外梁 2 a の長さが増加する。外梁 2 a に組み込まれるダンパー 3 の位置としては、外梁 2 a の地下外周部側の端部側に配置するのがよい。ダンパー 3 用の素材としては、外梁 2 a のダンパー部以外の部分よりも先に、塑性変形させて降伏させるために、例えば、前記の制振用ダンパーとして使用される低降伏点鋼を使用することが好ましい。また、梁軸方向に直角な断面を梁本体側よりも小さく適宜設計により設定して、塑性変形しやすいようにしてもよい。

[0031] 前記のように、地上柱 1 の下部（柱脚）が水平方向に移動可能にされていることにより、図 4 に示すように、地上柱 1 および地下柱 1 d には、従来のような、逆せん断モーメントが作用することなく、2 階以上の階層の柱梁接合部と同様な曲げモーメント分布とすることができる。そして、地上柱 1 の柱脚部と地下柱 1 d 上部との接続部、および、1 階外梁 2 a あるいは地上柱脚部間を接続する梁 2 に関して、適切な柱梁耐力比を確保することで、1 階梁 2 あるいは 1 階外梁 2 a を、地上柱脚 6 よりも先行して降伏させて、地上柱脚 6 の塑性変形を防止することができる。

[0032] 引張強度の大小関係は、ダンパー用鋼材 < 梁用鋼材 < 柱用鋼材に設定することが望ましい。例えば、ダンパー 3 には引張強度が 200 N/mm^2 級 ~ 300 N/mm^2 級（設計強度 80 N/mm^2 級 ~ 205 N/mm^2 級）の鋼板を

用い、梁部材又は柱部材には引張強度が 400 N/mm^2 級～ 590 N/mm^2 級（それぞれ設計強度で、 325 N/mm^2 級～ 440 N/mm^2 級）の鋼板を用いる。更に、梁の軸方向の（上下フランジの）一部を他の部分よりも、断面積を小さくしたり、柱側のフランジと梁との接合部に低降伏点の鋼材を介在させて接合させることで、塑性変形しやすい部分を付与する。これにより、大地震時において、外梁 2 a の一部であるダンパー 3（低降伏点鋼の部分）を梁軸方向に塑性変形させることができる。この塑性変形により、梁の軸方向の長さを伸縮可能にさせて、地上柱 1 の柱脚部および地下柱 1 d 上部の接合部と共に、外梁 2 a の一端側および 1 階梁 2 の接合部を水平方向に移動可能にさせることができる。

[0033] また、1 階外梁 2 a 以外の 1 階梁 2（側柱間又は側柱と隅柱間の外周側に配置される外周側梁と、それ以外の内梁）の端部にも、図示を省略するが、塑性変形させる部分を付与してもよい。

[0034] このようにすると、地上柱 1 および地下地上柱 1 d に作用する逆せん断曲げモーメントを抑えることができ、図 4 に示すように、2 階以上の階層の柱 1 と同様な曲げモーメント分布に、変化させることができる。

そのため、降伏比の高い鋼材（高張力鋼）を柱素材として用いても、地上柱 1 の塑性変形を防止して柱を弾性範囲内で使用することが可能になるため、柱断面積の低減を図り、柱の鋼重を低減することが可能になり、建築物をより安価に構築することができる。

[0035] 柱部材用鋼板として引張強度が 490 N/mm^2 級～ 590 N/mm^2 級あるいはこれを超える 780 N/mm^2 級の引張強度（それぞれ設計強度（降伏強度）で、 325 N/mm^2 級～ 440 N/mm^2 級～ 700 N/mm^2 級）のものをを用い、柱を弾性変形させる範囲内において使用することも可能になるが、本発明においては、降伏強度が、少なくとも 400 N/mm^2 である鋼材を使用するのがよい。

柱を弾性変形させる範囲内において使用するような技術思想を採用する場合、柱部材、特に、側柱と隅柱とには、地震時に建物に水平力等の地震エネ

ルギーが入力された場合、引き抜きの引張力あるいは押し込みの圧縮力が同等に作用する。しかし、隅柱には、前記の引抜き力および押し込み力の負担がさらに大きくなる。このため、側柱よりも隅柱の耐力（もしくは強度）を高めるようにすることが望まれる。尚、適切な柱梁耐力比の設計としては、側柱での柱梁耐力比を 1.5 以上とし、隅柱での柱梁耐力比を 1.7 以上とすることが好ましい。

[0036] しかし、側柱あるいは隅柱の引張り強さを向上させるために、炭素当量等に関わる硬化強化元素を増加させると、鋼材の溶接性が低下する。また、柱素材の組成が異なる異質の鋼材が用いられる場合、鋼材の製造初期の段階から異なる処理が必要になるため、経済的でなくなる。

このような課題があるため、柱を塑性変形させずに弾性範囲において使用する弾性設計を前提にした技術の場合、柱素材の組成を変えずに冷却速度を高める等の熱処理により、降伏強度を高めるようにした方（降伏比を高めること）が、安価な柱素材とすることができる。また、中柱と側柱および隅柱とは、前記のように地震時に水平力が作用した場合の負担が異なるため、中柱と側柱および隅柱とを、鋼材組成が同じで性能の異なる鋼材にするほうが、建設コスト削減ができて、より合理的である。

このように、建設コスト削減のために柱に高降伏点鋼を使用する場合、高降伏点での降伏比の上昇と伸びの減少により、柱の早期破断の恐れが生じるため、これを排除した耐震鉄骨構造が必要になるが、前記第 1 実施形態又は後記の第 2 実施形態の構造とすることで、合理的な耐震鉄骨構造とすることが可能になる。

多層建築物 4 の地上柱は、必然的に荷重負担が大きくなるため、その断面積が大きくなるが、前記のような高降伏点の鋼材とすると、柱断面積（板厚）を小さく（薄く）することができ、また、柱素材の溶接性を低下させることなく、鋼重を低減することができる安価な柱で合理的な構造の耐震鉄骨構造とすることができる。

[0037] 前記の第 1 実施形態では、外梁 2 a に、低降伏点鋼を備えたダンパー 3 を

設けることで、地上柱脚 6 を水平移動可能にしているが、ダンパー 3 としては、前記以外の形態でもよく、大地震時において、水平力が作用した場合に、外梁 2 a を伸縮可能にする形態のダンパーを組み込んでも同様な作用効果を得ることができる。

なお、外梁 2 a 以外の梁 2 に、図示を省略するが、低降伏点鋼などの塑性変形可能な部材を組み込んで、柱 1 側のフランジに接合するようにしてもよい。

[0038] (第 2 実施形態)

以下、図 5 ～図 9 を参照して本発明の第 2 実施形態について詳細に説明する。尚、第 1 実施形態で説明した部材と実質的に同様な部材には、同一の参照番号を付して重複説明を省く。

以下に説明する第 2 実施形態では、地上柱 1 の柱脚 6 の下部にピン接合構造 (pin connected structure) を導入する。すなわち、本実施形態では、ピン接合構造により、柱脚に作用する曲げモーメントを 1 階梁に伝達させる。これにより、地上柱脚 6 あるいはこれに接合される地下柱 1 d に作用する逆せん断の曲げモーメント M_3 の発生を抑えることができる。

[0039] 図 5 ～図 9 には、本発明の第 2 実施形態に係る耐震鉄骨構造が示されている。

[0040] 図 5 は、地下鉄骨構造 1 5 を有する多層建築物 4 の耐震鉄骨構造を示す正面図である。図 6 は図 5 における地下柱上部付近で水平に切断した断面図である。図 7 は、水平力が多層建築物 4 に与えられた際に、地上柱の弾性変形の範囲で地上柱の下端部を中心として水平方向の全方向に回転可能にする場合の一形態を示す拡大正面図である。図 8 は図 7 の A-A 断面図である。図 9 は図 5 に示す多層建築物 4 の耐震鉄骨構造に地震時等に水平力が作用した時に、鉄骨構造の各部に作用する曲げモーメントを示す図である。

[0041] 本実施形態においては、実施形態 1 のように外梁 2 a にダンパー 3 を設けない。この形態の外梁 2 a は、例えば、内梁 2 と同様な梁である。

[0042] また、前記の地上柱 1 の柱脚部と地下の SRC 造の柱 1 d 上部の接続部に

関しては、例えば、図7に示すように、地上柱1の下方に向かって、横断面の外形寸法がテーパ状に漸次小さくなる傾斜縮小筒状部14を柱1に設けてもよい。これにより、柱1は下方に向かって漸次曲げ剛性が小さくなる。この柱1に縮小筒状部16を設けることで、地上柱脚6の下部が、地震時に水平力が柱に作用した場合、水平方向の全方向に回転可能にされる。すなわち、設計上、ピン接合構造17が実現される。

[0043] 図示の形態では、前記地上柱1の下部内側に受け板18が固定される。また、地上柱1の下端部が、地下柱1dの上部に挿入されて、地下柱1dの支持板7に載置される。地上柱1の下端部と、地下柱1dの上端部とは、ワンサイドボルト等のボルト8により接合されてもよい。

また、図7の例では、地上柱1と地下柱1dの接合部よりも上部の位置において、1階梁2又は外梁2aの一端部が、地上柱1に設けられたブラケットに溶接又はボルト（図示の場合）接合されている。地上柱1と前記の1階梁2の接合部には、低降伏点鋼などの鋼板（ダンパー）がスプライスプレート等の添え板9として介在される。この添え板9の外側で梁軸方向に所定の間隔をおいて座屈拘束材10が配置される。この座屈拘束材10は、高力ボルト11により固定される。また、梁2の素材としての鋼材に、柱1の素材よりも、降伏点が高い鋼材を用いることで、梁の先行降伏を実現しやすくなる。

[0044] 前記のように、地上柱1の柱脚の下部を設計上、ピン接合構造とすることで、地上柱1の柱脚に作用する曲げモーメントを、地上梁（外周梁2、内梁2又は外梁2a）2に伝達することができる。従って、前記の第1実施形態の場合と同様に、適切な柱梁耐力比を確保することにより、地上梁2を柱脚6よりも先行して先行降伏させることで、柱脚6を弾性範囲内に留めることが可能となり、地上柱脚6の塑性変形を防止することができる。また、1階梁2に作用する曲げモーメント分布は正負対称な曲げモーメント分布に、一方の外梁2aの曲げモーメント分布は地上柱側の節点で最大正曲げとなる曲げモーメント分布に、他方の外梁2aの曲げモーメント分布は地上柱側の節

点で最大負曲げとなる曲げモーメント分布になる。

[0045] 設計上、ピン接合構造となる地上柱脚部 6 の構造としては、前記形態に限られない。例えば変形例として、地下柱 1 d の上端部のトッププレートに、地上柱 1 の柱脚 6 のベースプレートを載置し、地下柱 1 d の中心部よりの位置に配置したアンカーボルト等により、地上柱脚側を固定してもよい。このような変形例によっても、地震時に水平力が建物に入力した場合、地上柱脚 6 の下部は水平方向の全方向に回転可能になる。すなわち、設計上、ピン接合構造 1 7 が実現される。そして、前記のように柱梁耐力比を設定することで、1 階梁 2 を柱 1 よりも先行して、先行降伏させることで、柱脚を弾性範囲内に留めることが可能となり、地上柱脚 6 の塑性変形を防止することができる。

[0046] 設計上、ピン接合構造となる地上柱脚部 6 下端の構造としては、前記以外にも、図 10 A、図 10 B に示す変形例のように、角形鋼管柱からなる地上柱 1 の下端部に、クロス H 断面柱からなる地下柱 1 d の上端部の断面十字状部分を挿入して適宜溶接により接合し、地下 1 階の天井梁 2 との接合部から下方に離れた位置において、地下柱 1 d の上端部より下側を、コンクリートを充填した円柱状鋼管 1 9 内に埋め込み配置した形態としてもよい。地上柱脚部 6 の下端部と地下柱 1 d の上端部の剛性を弱めることで、この部分で、水平方向の全方向に回転可能にすることでピン接合構造 1 7 となる。これにより、地上柱脚よりも 1 階梁 2 を先行降伏させて、地上柱脚 6 の塑性変形を防止することができ、前記図 7 および図 8 に示す形態と同様な作用効果を得ることができる。

[0047] 本実施形態で説明したピン接合構造と、第 1 実施形態で説明したダンパーとを組み合わせる鉄骨構造を実現してもよい。これにより、建築物に水平力が作用した際に地上柱の脚部に発生する曲げモーメントはピン接合構造により梁に伝達され、梁に伝達された力を梁のダンパー部で吸収させることができる。

[0048] 本発明を実施する場合、1 階以上の階層の柱としては、角形鋼管柱又は箱

形断面柱以外にも、円形鋼管柱、H形断面柱あるいはH形断面柱のウェブに断面T形の鋼材の脚部を溶接により固定したフランジ付十字形断面柱としてもよい。また、地下外周部壁5としては、鋼矢板連続壁を芯材とする地下外周壁部に取り付け部を設けて、外梁2 aに接続するようにしてもよい。

産業上の利用可能性

[0049] 本発明によれば、柱の鋼重を低減することが可能になり、建築物をより安価に構築することができる。従って、産業上の利用可能性は大きい。

符号の説明

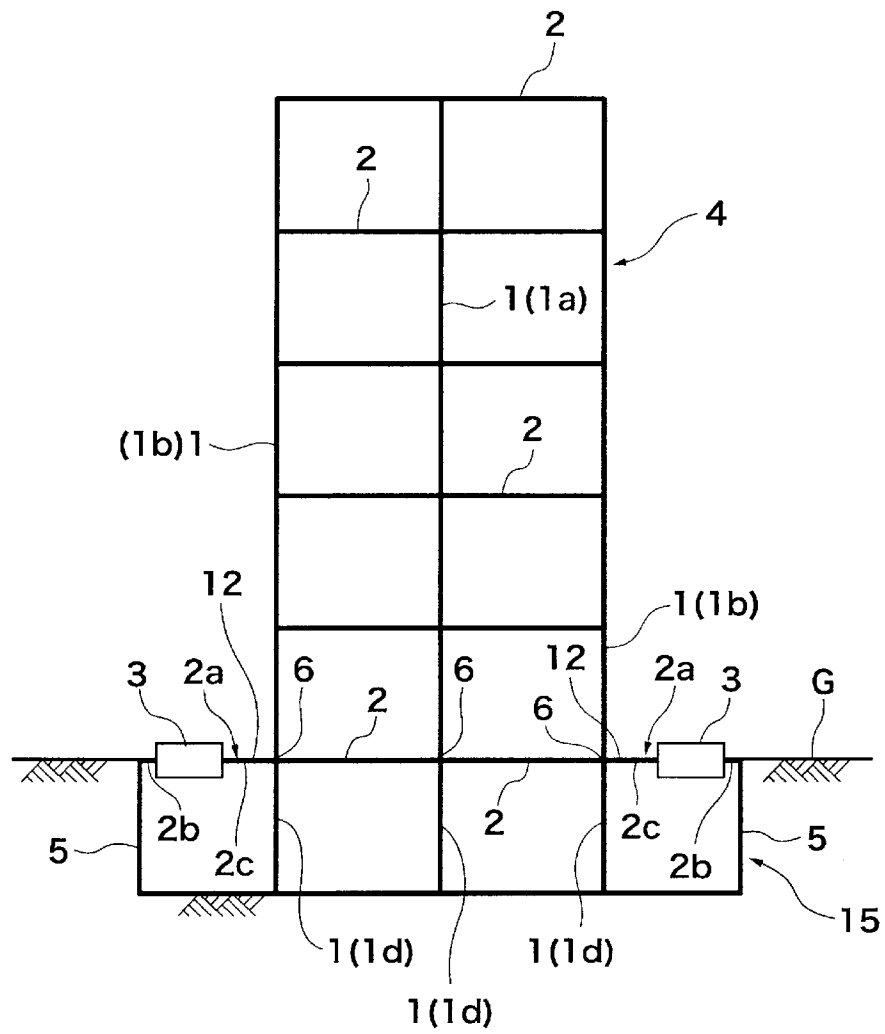
- [0050] 1 地上柱（又は2階以上の階層の柱）
- 1 a 側柱
 - 1 b 隅柱
 - 1 c 中柱
 - 1 d 地下柱
 - 2 梁
 - 2 a 外梁
 - 2 b 外側の外梁構成体
 - 2 c 内側の外梁構成体
 - 3 ダンパー
 - 4 多層建築物
 - 5 地下外周部壁
 - 6 柱脚
 - 7 支持板
 - 8 ボルト
 - 9 添え板
 - 10 座屈拘束材
 - 11 高力ボルト
 - 12 地下1階天井スラブ（もしくは1階床スラブ）
 - 13 角形鋼管柱

- 1 4 傾斜縮小筒状部
- 1 5 地下鉄骨構造
- 1 6 縮小筒状部
- 1 7 ピン接合構造
- 1 8 受け板
- 1 9 円柱状鋼管
- G 地盤

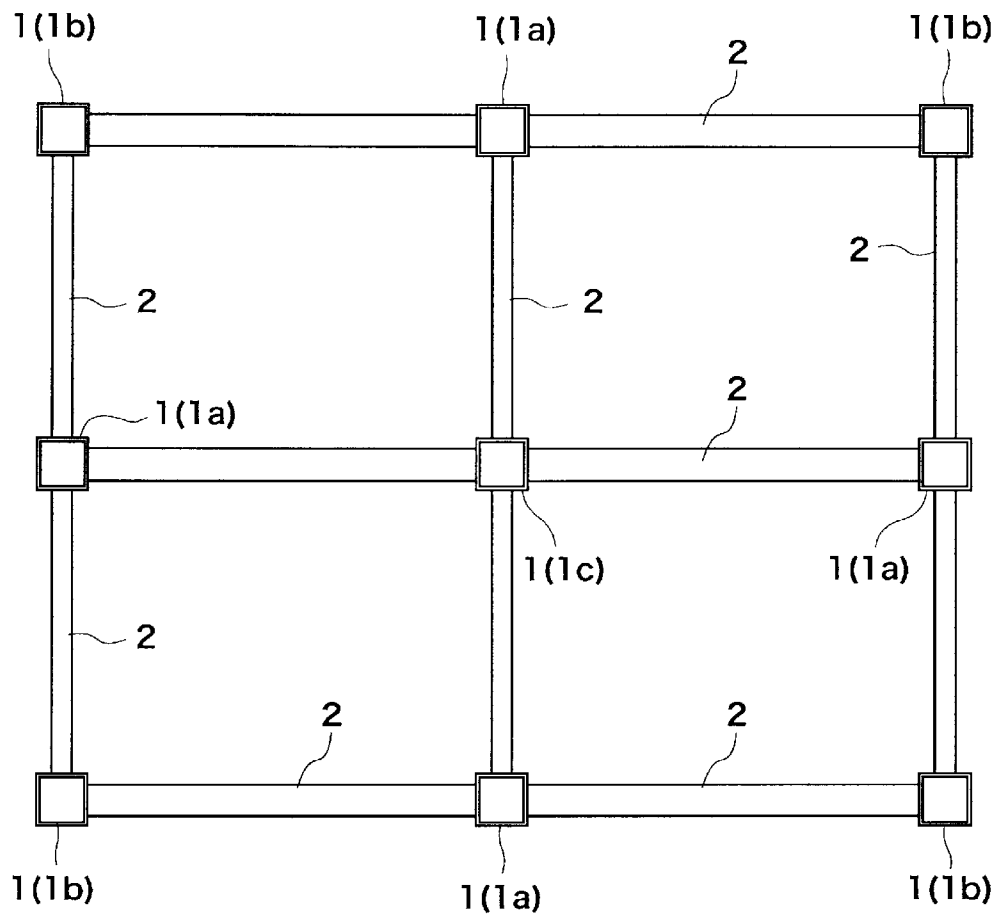
請求の範囲

- [請求項1] 地上柱を有する建築物を支持する地下鉄骨構造であって、
地下壁と；
前記地上柱の柱脚部の下方に設けられる地下柱と；
前記柱脚部と前記地下壁とを連結する外梁であって、前記柱脚部よりも降伏点が低い外梁と；
を備えることを特徴とする地下鉄骨構造。
- [請求項2] 前記外梁が、前記外梁よりも降伏点が低いダンパー部を備えることを特徴とする請求項1に記載の地下鉄骨構造。
- [請求項3] 前記ダンパー部が、前記外梁の軸方向に直列に接合される鋼材であることを特徴とする請求項2に記載の地下鉄骨構造。
- [請求項4] 前記ダンパー部が、前記外梁と前記地上柱との間に介在する鋼板であることを特徴とする請求項2に記載の地下鉄骨構造。
- [請求項5] 前記地上柱及び前記地下柱の降伏強度が少なくとも 400 N/mm^2 であることを特徴とする請求項1に記載の鉄骨構造。
- [請求項6] 前記地上柱の前記柱脚部と、前記地下柱とが、ピン接合構造により接合されていることを特徴とする、請求項1～5のいずれか1項に記載の鉄骨構造。

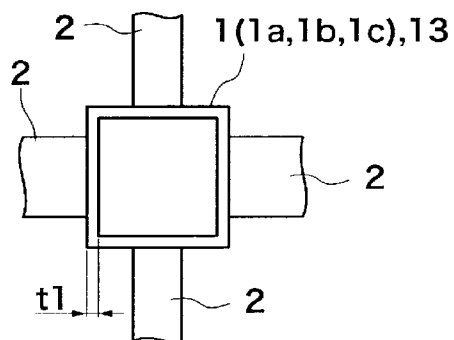
[図1]



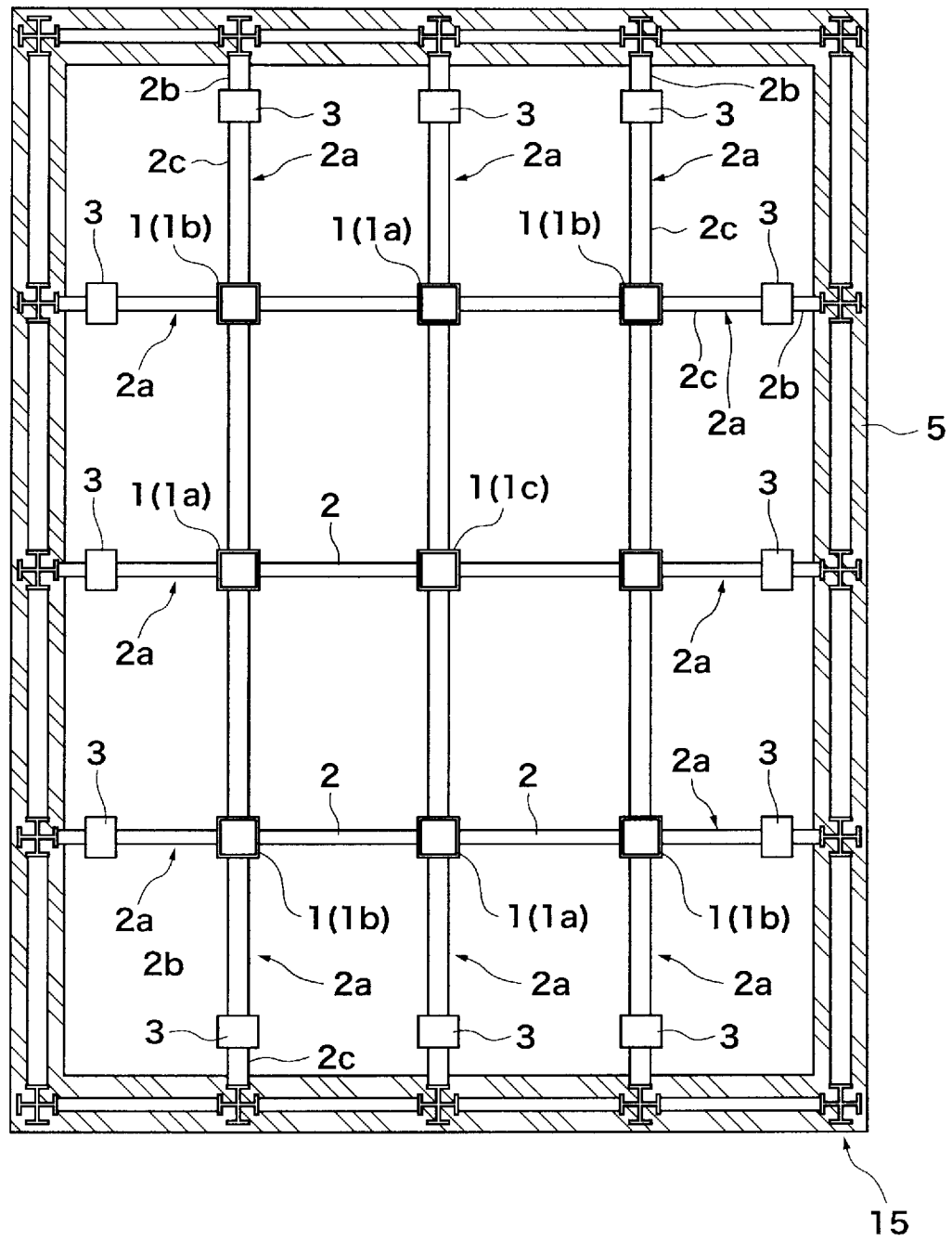
[図2A]



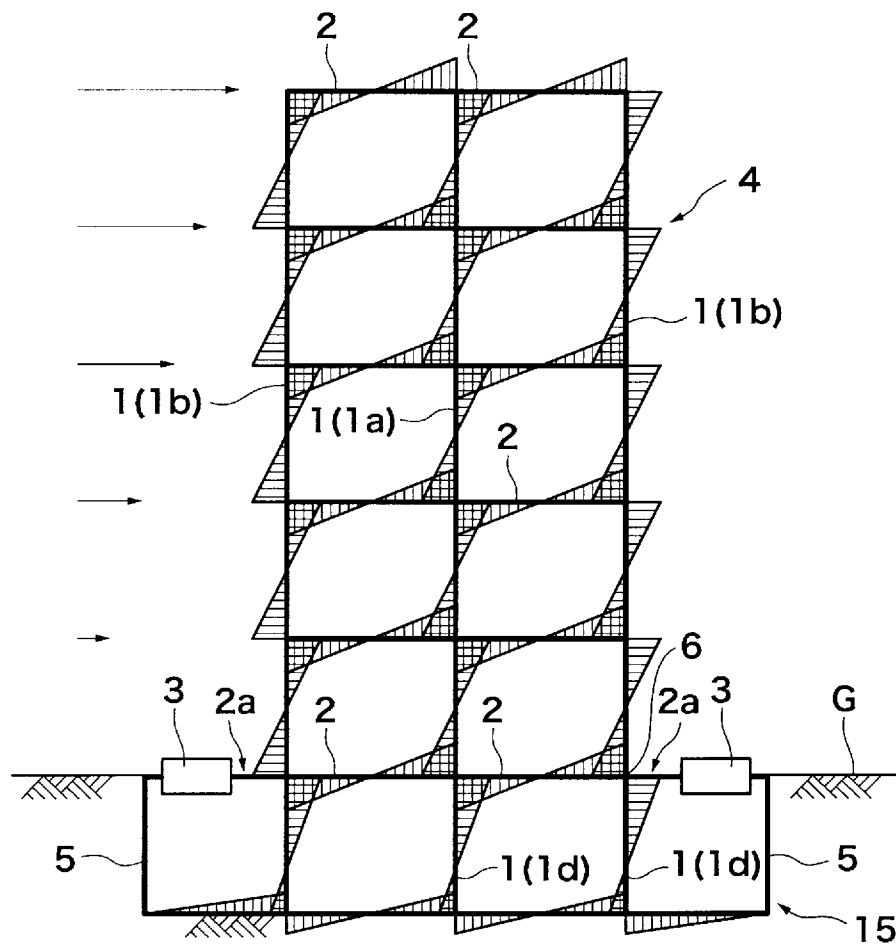
[図2B]

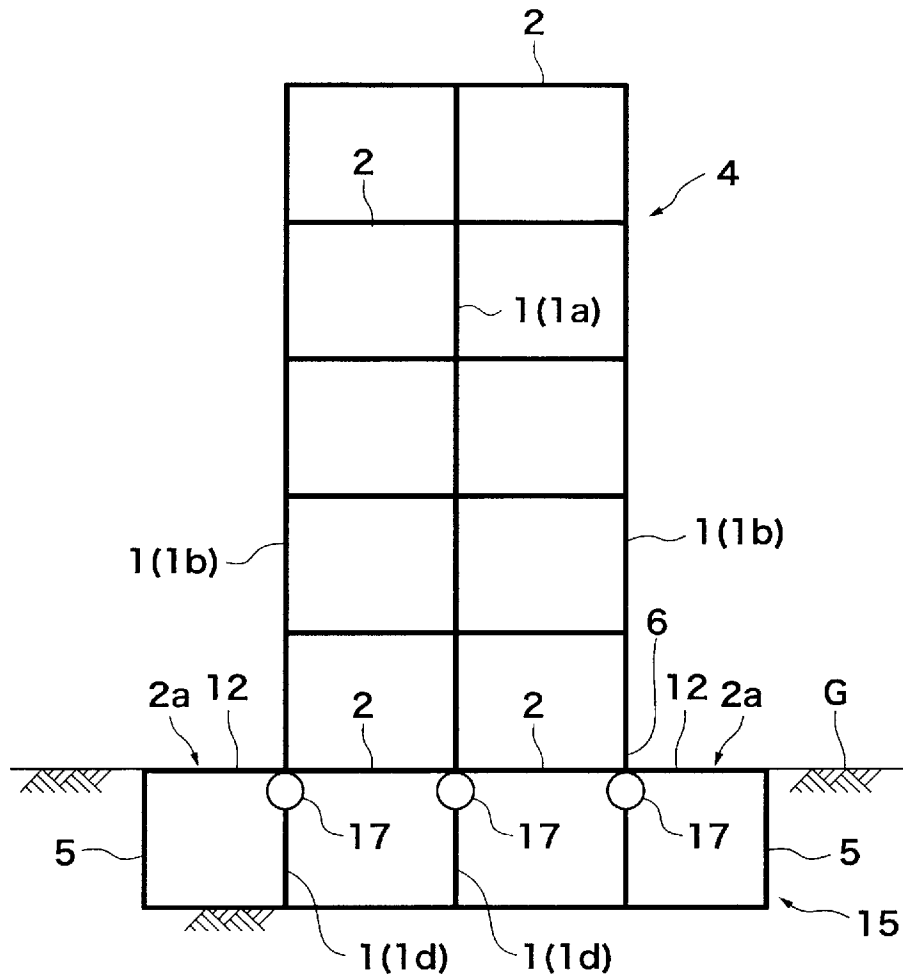


[図3]

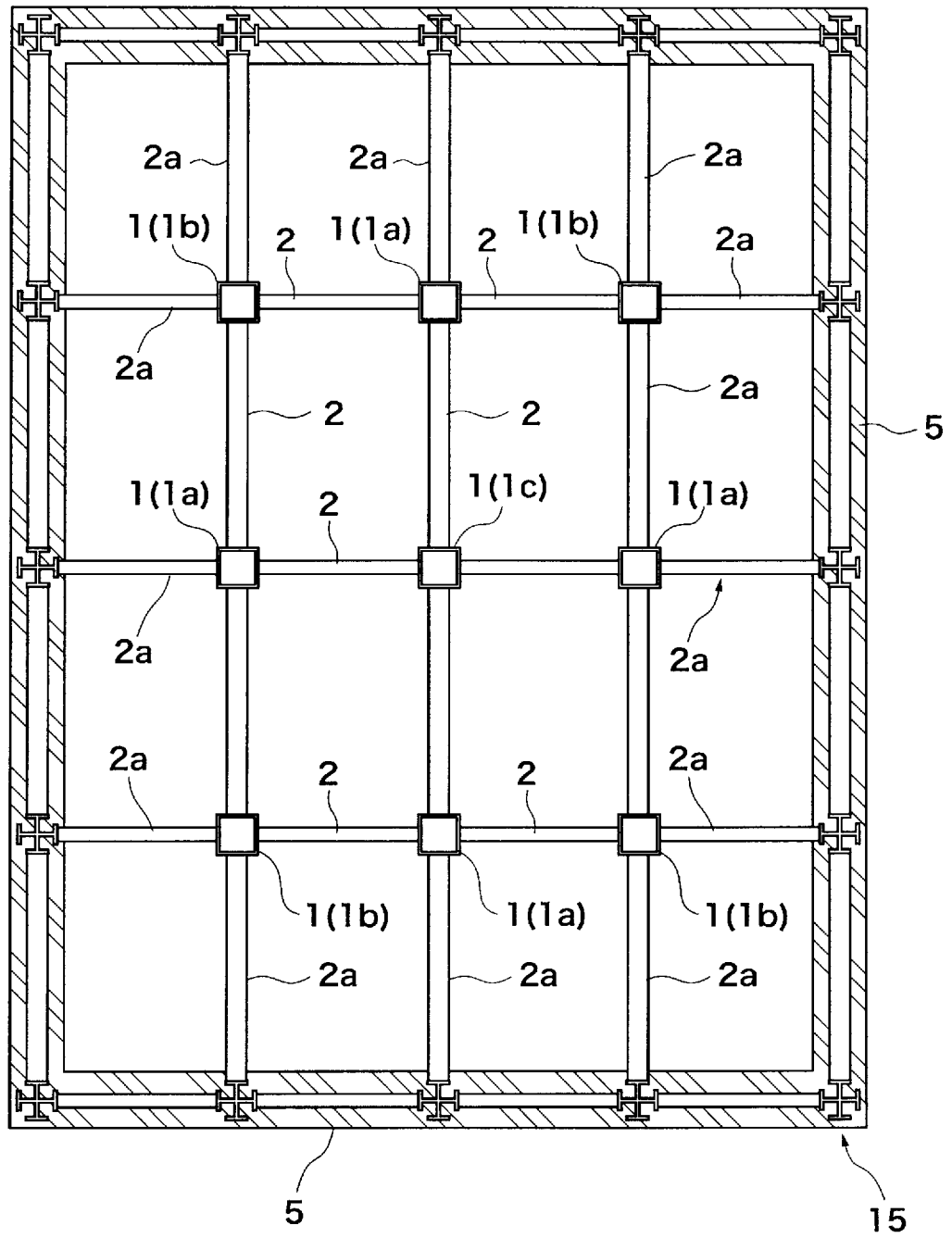


[図4]

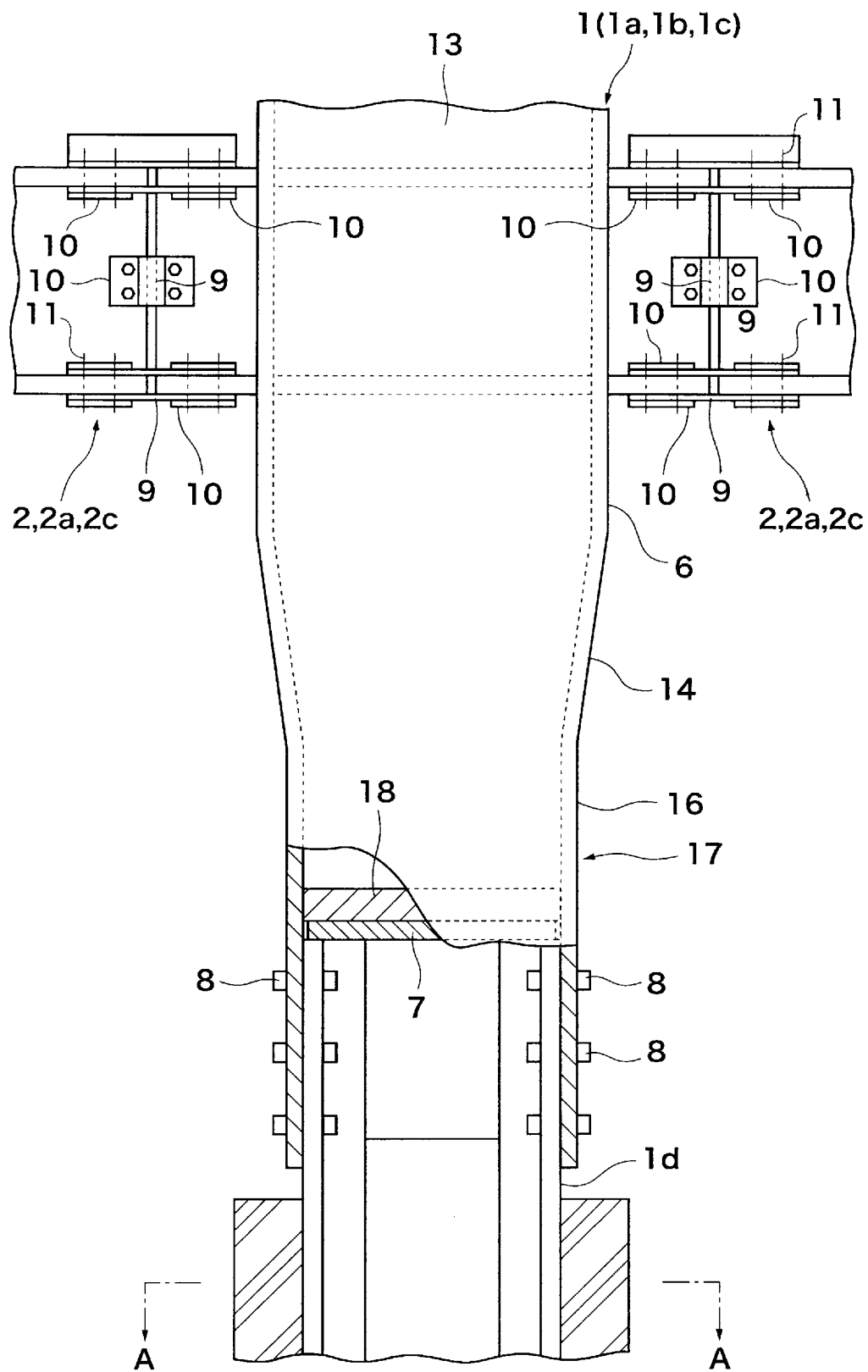




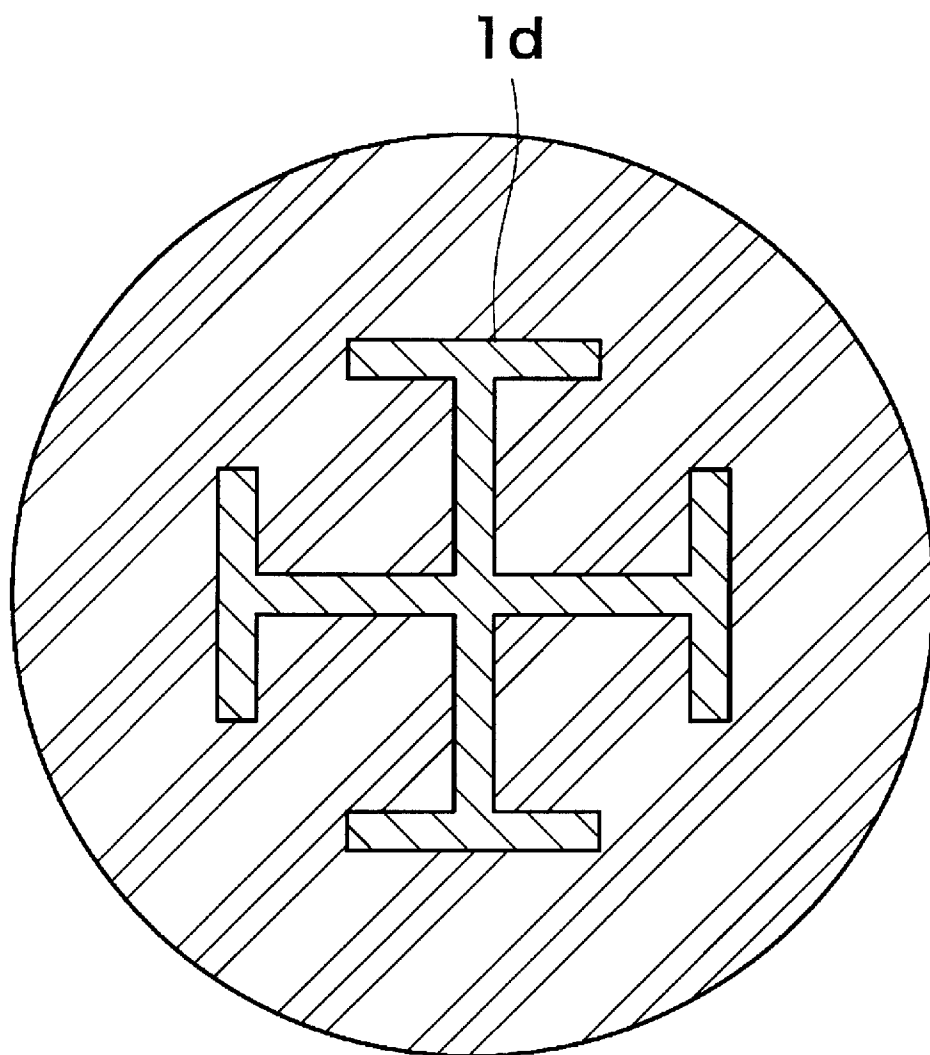
[図6]



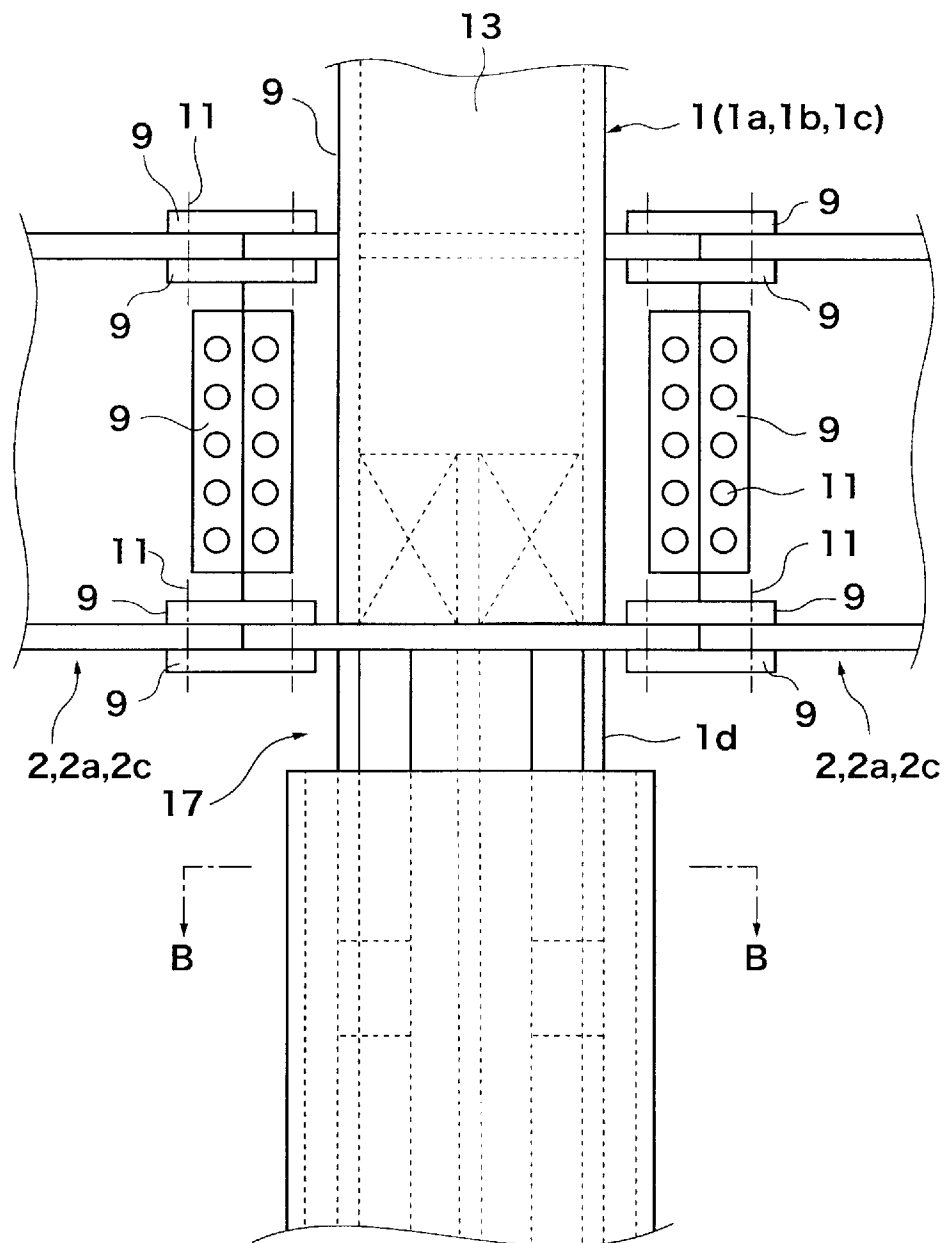
[図7]



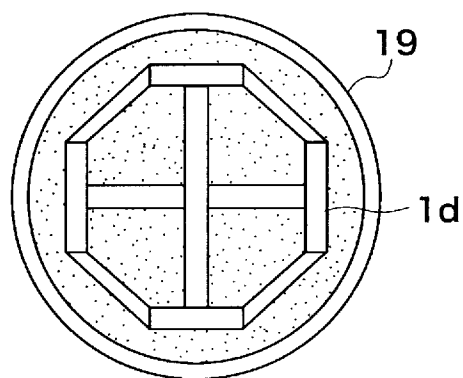
[図8]



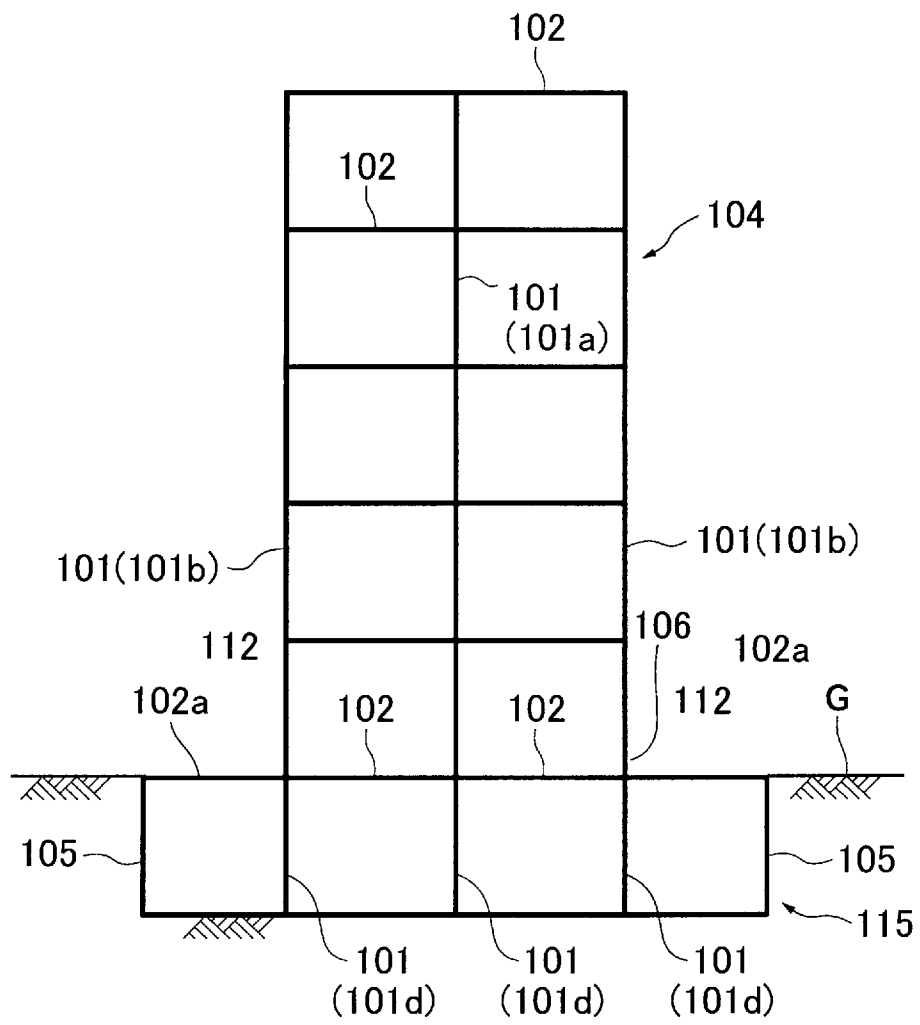
[図10A]



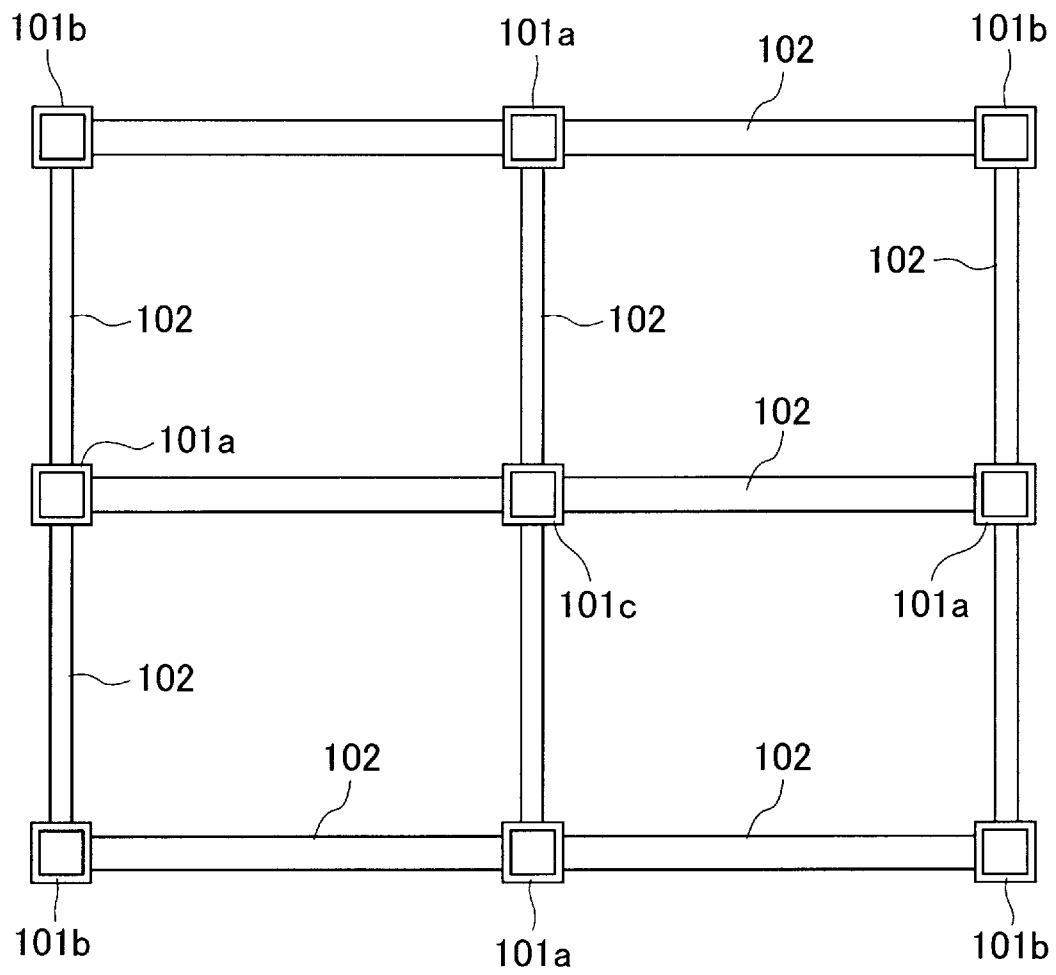
[図10B]



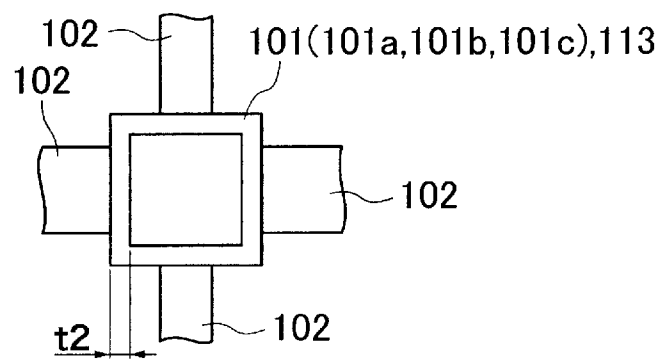
[図11]



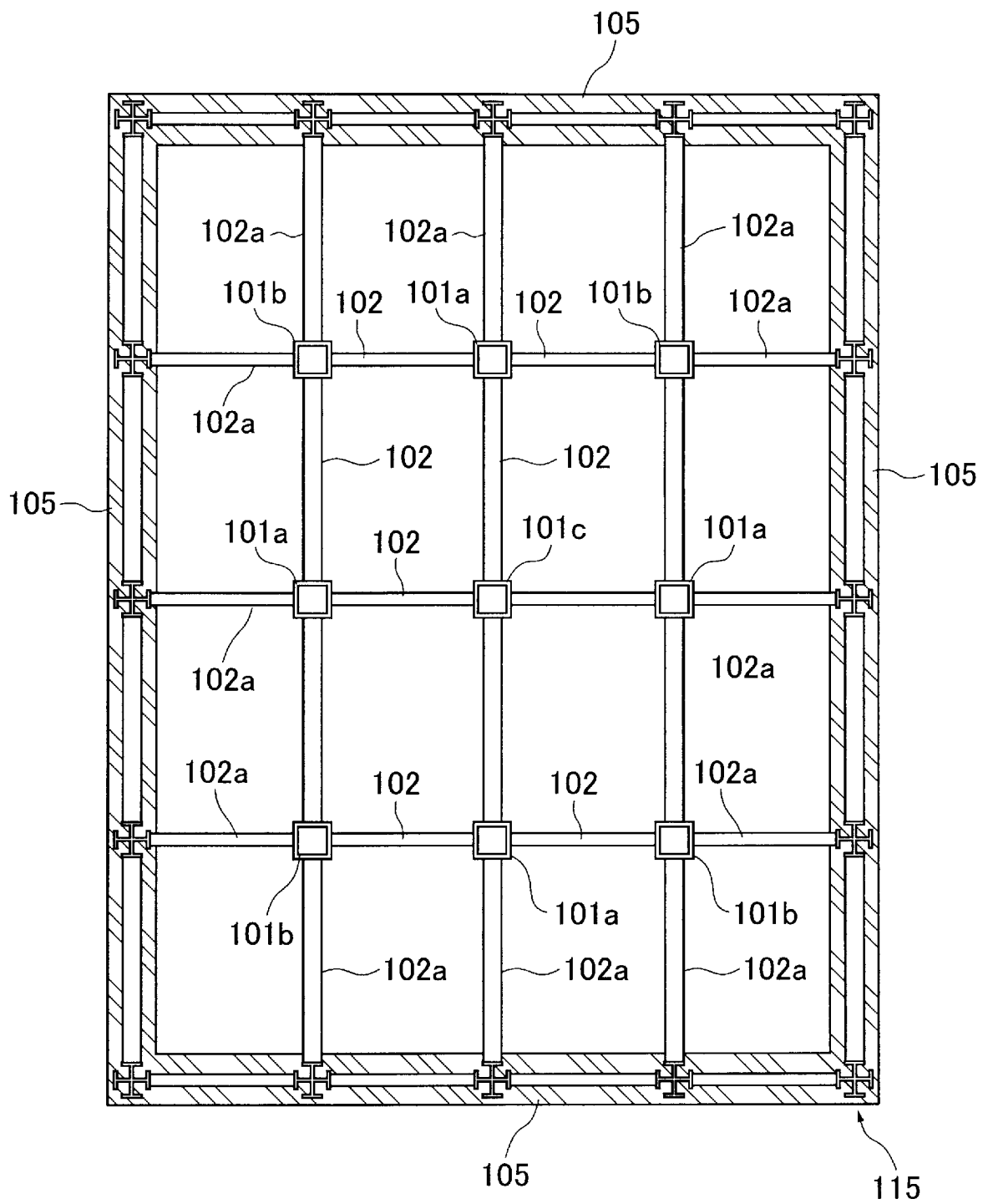
[図12A]



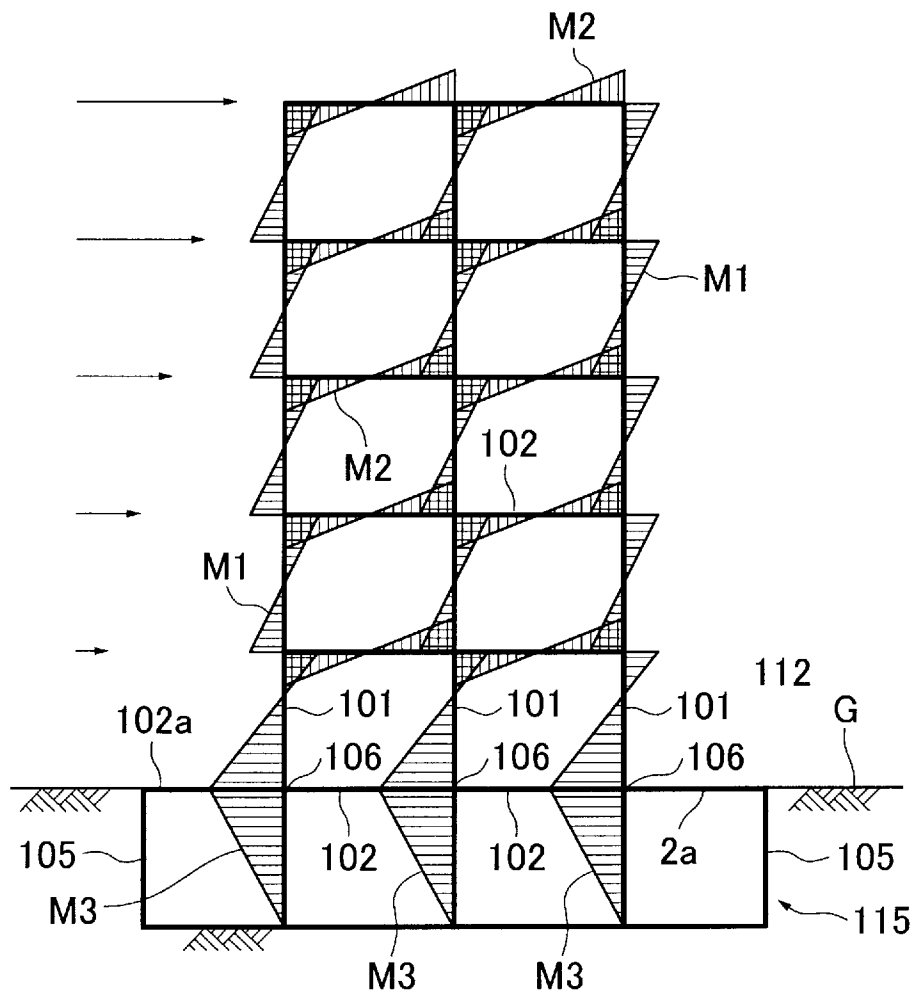
[図12B]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E04B1/24(2006.01)i, E04B1/18(2006.01)i, E04B1/58(2006.01)i, E04H9/02(2006.01)i

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)

E04B1/24, E04B1/18, E04B1/58, E04H9/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
Y	JP 2004-162319 A (Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd.), 10 June 2004 (10.06.2004), paragraphs [0042] to [0085], [0176] to [0181]; fig. 1, 2, 3, 13 (Family: none)	1-6
Y	JP 02-136445 A (Takenaka Corp.), 25 May 1990 (25.05.1990), page 2, upper left column, line 16 to lower right column, line 6; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 2001-049740 A (Okumura Corp.), 20 February 2001 (20.02.2001), paragraph [0013]; fig. 1 (Family: none)	1-6

☒ 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 application or patent 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
02 April, 2010 (02.04.10)Date of mailing of the international search report
13 April, 2010 (13.04.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001666

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-144901 A (NKK Corp.), 26 May 2000 (26.05.2000), paragraphs [0026] to [0028]; fig. 2, 7 (Family: none)	1-6
Y	JP 06-240756 A (Fujita Corp.), 30 August 1994 (30.08.1994), paragraph [0016]; fig. 6 (Family: none)	5, 6
Y	JP 06-026107 A (Nobutaka TAMURA), 01 February 1994 (01.02.1994), paragraph [0154] (Family: none)	5, 6
Y A	JP 2003-090053 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 28 March 2003 (28.03.2003), paragraphs [0005], [0036]; fig. 4 (Family: none)	6 1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. E04B1/24(2006.01)i, E04B1/18(2006.01)i, E04B1/58(2006.01)i, E04H9/02(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. E04B1/24, E04B1/18, E04B1/58, E04H9/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 請求項の番号
Y	JP 2004-162319 A（三井住友建設株式会社）2004.06.10, 段落【0042】－【0085】、【0176】－【0181】、図1, 2, 3, 13（ファミリーなし）	1－6
Y	JP 02-136445 A（株式会社竹中工務店）1990.05.25, 第2頁左上欄第16行－右下欄第6行, 第1図（ファミリーなし）	1－6
Y	JP 2001-049740 A（株式会社奥村組）2001.02.20, 段落【0013】、図1（ファミリーなし）	1－6
Y	JP 2000-144901 A（日本鋼管株式会社）2000.05.26, 段落【0026】－【0028】、図2, 7（ファミリーなし）	1－6

☒ 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」国際出願日前の出願または特許であるが、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

0 2 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

新田 亮二

2 E

3 4 8 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 4 5

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 請求項の番号
Y	JP 06-240756 A (株式会社フジタ) 1994.08.30, 段落【0016】, 図6 (ファミリーなし)	5, 6
Y	JP 06-026107 A (田村暢崇) 1994.02.01, 段落【0154】 (ファミリーなし)	5, 6
Y	JP 2003-090053 A (住友金属工業株式会社) 2003.03.28, 段落【0005】, 【0036】, 図4 (ファミリーなし)	6
A		1 - 5