

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年3月26日 (26.03.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/038196 A1

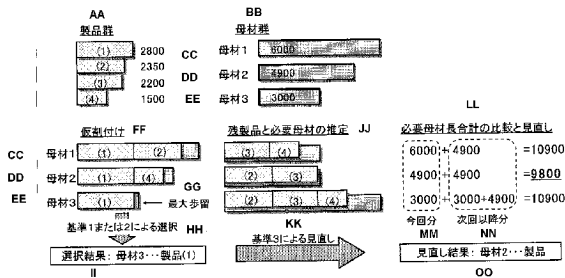
- (51) 国際特許分類:
G05B 19/4097 (2006.01) B27M 1/00 (2006.01)
B26D 5/00 (2006.01) G06F 17/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/067031
- (22) 国際出願日: 2008年9月19日 (19.09.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-245815 2007年9月21日 (21.09.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 公立大学法人大阪府立大学 (OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY PUBLIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5998531 大阪府堺市中区学園町1-1 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹安 数博 (TAKEYASU, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒5998531 大阪府堺市中区学園町1-1 公立大学法人大阪府立大学内 Osaka (JP). 豊田 丈輔 (TOYODA, Jōsuke) [JP/JP]; 〒5998531 大阪府堺市中区学園町1-1 公立大学法人大阪府立大学内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 野河 信太郎 (NOGAWA, Shintaro); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満5丁目1-3 南森町パークビル 野河特許事務所 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: PRECUT MATERIAL ALLOCATING METHOD, COMPUTER PROGRAM FOR THE PRECUT MATERIAL ALLOCATING METHOD, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIA

(54) 発明の名称: プレカット材料割付方法、プレカット材料割付方法のコンピュータプログラム及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

[図3]



AA PRODUCT GROUP
BB PARENT MATERIAL GROUP
CC PARENT MATERIAL 1
DD PARENT MATERIAL 2
EE PARENT MATERIAL 3
FF TENTATIVE ALLOCATION
GG MAXIMUM YIELD
HH SELECTION BY STANDARD 1 OR 2
II SELECTION RESULT: PARENT MATERIAL 3 --- PRODUCT (1)
JJ RESIDUAL PRODUCT AND ESTIMATION OF NECESSARY PARENT MATERIAL
KK RE-ESTIMATION ACCORDING TO STANDARD 3
LL COMPARISON OF SUM OF NECESSARY PARENT MATERIAL LENGTH, AND RE-ESTIMATION
MM THIS TIME
NN NEXT TIME AND SO ON
OO RESULT BY RE-ESTIMATION: PARENT MATERIAL 2 --- PRODUCT

(57) Abstract: Provided is a precut material allocating method for allocating a plurality of products having a predetermined size to a parent material group composed of a plurality of parent materials of different sizes. The method comprises a sorting step of arraying the plural products sequentially of the sizes, a tentative allocation step of extracting the individual products in the array order and allocating the extracted products tentatively to the individual parent materials belonging to the parent material group, thereby to establish a plurality of tentative allocation states, a first standard step of selecting the tentative allocation state, in which the yield of the parent material used in the allocation is the highest, of the plural tentative allocation states established, as an allocation candidate, and a second standard step of selecting the tentative allocation state, in which the total of the remaining sizes of all the parent materials used for the allocation, of the plural tentative allocation states established, as the allocation candidate. The method further comprises a third standard step of comparing, if predetermined tentative allocation states are

satisfied at the first standard step and the second standard step, the selected tentative allocation state and the remaining tentative allocation states, for the tentative allocation states individually selected at the first and second standard steps, thereby to select again the tentative allocation state, in which the total of the sizes of the individual parent materials used is the minimum, as the allocation candidate.

(57) 要約: この発明は、複数種類の寸法が異なる母材からなる母材群に、所定寸法を持つ複数個の製品を割り付けるに際し、前記複数個の製品を寸法の大きさの順に配列するソート工程と、その配列順に各製品を取り出して前記母材群に属する各母材に、前記取り出した製品を仮割付けし、複数通りの仮割付状態を生成する仮割付工程と、前記生成された複数通りの仮割付状態のうち、割付けに使用した

[続葉有]

WO 2009/038196 A1



(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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, 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, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

母材の歩留が最も高い仮割付状態を割付候補として選択する第1基準工程と、前記生成された複数通りの仮割付状態のうち、割付けに使用したすべての母材の残りの寸法の合計が最も小さくなる仮割付状態を割付候補として選択する第2基準工程とを備え、前記第1基準工程と第2基準工程が、所定の仮割付条件が満たされたときに、前記第1および第2基準工程のそれぞれにおいて選択された仮割付状態について、選択された仮割付状態と、その他の仮割付状態とを比較し、使用する各母材の寸法の合計寸法が最小となる仮割付状態を割付候補として選択し直す第3基準工程を備えた、プレカット材料割付方法である。

明 細 書

プレカット材料割付方法、プレカット材料割付方法のコンピュータプログラム及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、複数の定尺長さの原材料から所定長さの製品部材を所定の本数だけ切り出すために、歩留りの良い前記原材料の各定尺長さのもの本数とそれぞれの原材料からどの製品部材を切り出すかを決定するプレカット材料取合せ処理方法に関し、典型的な組み合わせ問題であるビンパッキング問題(Bin Packing Problem: BPP)の一つであるFirst Fit(FF)法をベースに、複数種の母材を扱う場合に適用できるようにしたプレカット材料取合せ最適化処理方法に関するものである。

背景技術

[0002] プレカット材料取り合わせとは、いくつかの種類の長さの木材母材から、住宅建築で要求される長さの部材製品を切り出す問題(Cutting Stock Problem)で、一次元のビンパッキング問題(Bin Packing Problem: BPP)として考えることができる。但し、通常BPPではビンの容量は一定とされるが、プレカットの場合は数種類の長さの母材を対象とする。

[0003] プレカット材料の一例としては、住宅構造材のプレカットがあり、断面形状や樹種、等級といった仕様毎に数種類の長さ(3.5m~6m)の母材が用意され、そこから決められた長さの部材(製品)を切り出す。一般的な大きさの住宅の場合、梁、桁、土台など横架材とよばれるものでは、約20種類の仕様毎に数種類の長さの母材から平均10本、合計約200本の製品が切り出される。

[0004] 図1は、プレカット材料取り合わせの模式的な一例を示す。取り合わせ計算の目標は、製品の仕様毎に用意された数種類の長さの母材群101の各長さにより、製品群102の長さに合わせて、取り合わせ結果103から、要求製品をいかに少ない母材(歩留最大)で切り出すかということにある。また、母材の長さによって調達コストや在庫コストが異なる場合は、必要な母材コストの最小化が目標となる。通常、母材コストは材積単価で決まるため材積歩留の最大を狙うのが一般的である。なお、現在多くのプレ

カット工場での一次歩留は、概ね85%から90%といわれている。例えば、特許文献1(特許第3565262号)には、コンピュータを用いたロジックによる割り付け方法を示している。

特許文献1:特許第3565262号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明では、一次元BBPでもっとも簡便な経験的(ヒューリスティック)方法のひとつであるFirst Fit法を、複数種類の母材を扱うプレカット材料の取り合わせ問題に適用できるように改良を加えたアルゴリズムを提案し、きわめて短時間の計算時間で行うように企図したものである。

課題を解決するための手段

[0006] この発明は、複数種類の寸法が異なる母材からなる母材群に、所定寸法を持つ複数個の製品を割り付けるに際し、前記複数個の製品を寸法の大きさの順に配列するソート工程と、その配列順に各製品を取り出して前記母材群に属する各母材に、前記取り出した製品を仮割付けし、複数通りの仮割付状態を生成する仮割付工程と、前記複数通りの仮割付状態のうち、割付けに使用した母材の歩留が最も高い仮割付状態を割付候補として選択する第1基準工程と、前記複数通りの仮割付状態のうち、割付けに使用したすべての母材の残りの寸法の合計が最も小さくなる仮割付状態を割付候補として選択する第2基準工程とを備え、前記第1基準工程と第2基準工程が、所定の仮割付条件が満たされたときに、前記第1および第2基準工程のそれぞれにおいて選択された仮割付状態について、選択された仮割付状態と、その他の仮割付状態とを比較し、使用する各母材の寸法の合計寸法が最小となる仮割付状態を割付候補として選択し直す第3基準工程を備えた、プレカット材料割付方法を提供するものである。

[0007] また、この発明の前記所定の仮割付条件は、前記第1または第2基準工程において、所定数の製品の母材群への仮割付を実施した後、前記生成された各仮割付状態についての未割付の製品の合計寸法の最小値が、前記母材群に含まれる最大寸法の母材の寸法以下か否かを確認することであり、前記未割付の製品の寸法の合計

が、前記最大寸法の母材の寸法以下のときに、前記第3基準工程を実施し、その他の場合には前記第3基準工程は実施しないプレカット材料割付方法を提供する。

ここで、所定の仮割付条件としては、たとえば後述する数式(9)が用いられる。また、第3基準工程では、後述する数式(10)、(11)による処理が行われる。

[0008] また、前記第1基準工程は、前記仮割付工程で生成した仮割付状態のそれぞれに対して、仮割付けに使用した各母材に割付けられた製品の合計寸法を、その母材の寸法で割った材料歩留をそれぞれ算出する第1算出工程と、前記算出された各割付状態に対する材料歩留の中で最も大きな値を持つ仮割付状態を、歩留の最も高い仮割付状態として選択する第1選択工程とを備える。

さらに、前記第2基準工程は、前記仮割付工程で生成した仮割付状態のそれぞれに対して、その仮割付けに使用した各母材について製品が割付けられていない部分の残材寸法を算出する第2算出工程と、前記算出された各仮割付状態の残材寸法のうち最も小さな残材寸法を持つ仮割付状態を、選択候補として選択する第2選択工程とを備える。

[0009] また、この発明は、前記第1基準工程で選択された割付候補に対して、割り付けるべきすべての製品の合計寸法をその割付けに使用したすべての母材の合計寸法で割った歩留 y_1 を計算する第1歩留計算工程と、前記第2基準工程で選択された割付候補に対して、割り付けるべきすべての製品の合計寸法をその割付けに使用したすべての母材の合計寸法で割った歩留 y_2 を計算する第2歩留計算工程と、前記歩留 y_1 と歩留 y_2 を比較する工程と、前記比較の結果、大きな歩留を持つ割付候補を最終的な割付状態として決定する割付決定工程とを、さらに備えたプレカット材料割付方法を提供する。

[0010] この発明の前記仮割付工程において、取り出された1つの製品を、1つの母材に仮割付けをしようとするとき、前記製品の寸法が前記母材の寸法以下であり、またはその母材にすでに仮割付けされた1または複数の製品が存在するときは、前記取り出された製品の寸法とすでに仮割付けされたすべての製品の寸法との合計寸法が、前記母材の寸法以下となる場合に、前記取り出された製品を、前記母材に仮割付けをする。

この仮割付工程で行われる処理は、後述する表2に示した処理である。

[0011] この発明において、前記母材および製品が1次元方向に長い材料の場合、前記母材および製品の寸法は前記1次元方向の長さを意味する。

また、前記母材および製品は、1次元部材または2次元部材のどちらでもよい。

ここで、前記1次元部材としては、たとえば、木材を対象としてもよい。

また、前記2次元部材としては、鋼板、布部材あるいは紙部材などを対象としてもよい。

[0012] また、この発明は、上記したようなプレカット材料割付方法を実現するコンピュータプログラムを提供し、このプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供するものである。

発明の効果

[0013] 本発明では、一次元BBPでもっとも簡便なヒューリスティック法のひとつであるFirst Fit法を、複数種類の母材を扱うプレカット材料の取り合わせ問題に適用できるように改良し、きわめて短時間の計算時間で処理できるとともに、邸別に本発明を適用したところでは、歩留が向上した。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]プレカット材料取り合わせの模式的な一例を示す。

[図2]本発明による複数母材のためのFFD法を示す。

[図3]本発明による基準3で工程を示す図である。

[図4]本発明のアルゴリズム全体の流れ(フローチャート)図である。

[図5]本発明の実施に用いた邸1での割り付け結果表を示す。

[図6]本発明の材料割付方法の概略フローチャートである。

符号の説明

- [0015] 101 母材群
102 製品群
103 取り合わせ結果

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下の実施例では、母材は一次元部材とする。たとえば、一方向に長い木材であ

る。前記寸法は、長さを読みかえる。

また、母材群は、互いに長さが異なる複数種類の母材から構成される。母材は、割付け対象となる製品をすべて割付けることができるほど多数用意されるものとする。

たとえば、図1では、母材群は、長さの異なる3種類の母材101から構成される。

製品とは、実際に使用される部材で、要求された長さを持つ部材を意味する。

たとえば、家を造るために必要な柱が製品であり、柱の長さが4種類必要であったとすると、製品(柱)として、4つの異なる長さの柱を母材から切り出すことが要求される。

。

また、同じ長さの製品が、複数個必要な場合は、その必要な数だけ、母材に割り付けられる。ここで、所定寸法を持つ複数個の製品とは、たとえば、図1に示した長さの異なる7つの製品102を意味する。

[0017] 母材群と製品は、この発明の割付方法を実行する前に予め決定される。具体的には、この割付方法をパソコン等のコンピュータで実行する前に母材群のデータ(各母材の識別情報とその長さの情報など)と、各製品のデータ(各製品の識別情報と長さの情報など)とが、コンピュータに入力され、ハードディスクなどのメモリに保存される。

この発明のソート工程では、複数の製品が長さの長い順に配列される。たとえば図1の製品群(1)～(6)に対しては、図2の(1)～(6)のように、長い順に並べることを意味する。

ソート工程は、入力された製品のデータを用いて実行される。長さ順に並べられた製品のデータは、メモリに固定記憶しておき、1回だけ実行するものとする。

このように、ソートした結果をメモリに記憶しておけば、次の第1および第2基準工程の中で、再度ソートを行う必要はない。

[0018] 仮割付工程は、ある1つの母材に、メモリから取り出された製品を割り付ける処理を行うものである。割り付けとは、製品を切り出すことが可能な母材を選択することを意味し、仮割付されると製品の情報と母材の情報とが対応づけられ割り付けられたことがわかるようにメモリに記憶される。母材が複数種類ある場合は、その異なる種類の母材それぞれに対して、取り出した製品を割り付けてみる。製品の取り出しは、ソート工程で並べかえられた長さの長いものから順に行われる。したがって、最初は、最も

長い製品が取り出される。

取り出された1つの製品について、長さの異なる母材に割り付ける処理を繰り返す。たとえば、図2に示したように、1回目の仮割付では、取り出された製品(1)に対して、この製品(1)を母材1に仮割付した状態と、同じ製品(1)を母材2に仮割付した状態の2通りの仮割付状態が生成される。

言い換えれば、取り出された1つの製品について、割り付け可能な母材がN個あれば、N通りの仮割付状態が生成される。仮割付工程は、後述するように第1基準工程と第2基準工程の中で、それぞれ行われ、具体的には、後述する表2に示した処理を行う部分である。

[0019] 図6に、この発明の材料割付方法の概要を説明するための概略フローチャートを示す。

まず、ステップS101において、上記したソート工程を実行する。これにより、長さの順に並べかえられた製品群のデータが得られる(図2参照)。

[0020] 次に、第1基準工程(ステップS102)を実行する。

ここで、割付けに使用した母材の歩留が最も高い仮割付状態が、割付候補として選ばれる。たとえば、後述する図2に示すように、1回目の仮割付では、2つの仮割付状態(母材1、母材2)のうち、母材2の割付状態が割付候補として選択される。

[0021] 第1基準工程では、仮割付処理(ステップS131)に加え、第1算出処理(ステップS132)と、第1選択処理(ステップS133)とが実行される。

第1算出処理では、材料歩留が算出される。

ここで、材料歩留とは、ある1つの母材に割り付けられた製品の合計寸法を、その母材の寸法で割った数値を意味し、仮割付けに使用した母材ごとに算出される。たとえば、図2に示すように、1回目の仮割付けでは、2つの母材1と母材2が選択されるが、この2つの母材ごとにそれぞれ材料歩留が算出される。

第1選択処理では、算出された材料歩留が複数個ある場合には、その中で最大の材料歩留を持つ母材が、歩留の最も高い仮割付状態として選択される。

たとえば、図2の1回目の仮割付では、2つの仮割付状態(母材1、母材2)に対して、算出された材料歩留のうち、大きな値を持つ材料歩留の方(すなわち、母材2)が、

選択されることになる。

また、図3の仮割付では、3つの仮割付状態(母材1、母材2、母材3)のうち、最も大きい材料歩留を持つ仮割付状態(母材3)が選択される。選択された仮割付状態は、第1基準工程の割付候補としてメモリに記憶される。

[0022] 次に、ステップS103において、第3基準工程を実施するか否かの判断を行う。

この判断には、上記した所定の仮割付条件を用い、具体的には、後述する数式(9)を用いる。たとえば、後述する図3の場合、この判断は次のようにして行われる。

図3において、3つの仮割付状態(母材1、母材2、母材3)が生成されている。ここで、母材1(第1の仮割付状態)についての未割付の製品は、製品(3)と(4)であり、母材2(第2の仮割付状態)についての未割付製品は、製品(2)と(3)であり、母材3(第3の仮割付状態)についての未割付製品は製品(2)、(3)および(4)である。また、3つの母材のそれぞれについて、まだ割り付けされていない製品の合計寸法(長さ)のうち、最小のものは、図3では、第1の仮割付状態の製品(3)と(4)の合計長さ(3700)である。

[0023] すなわち、製品(3)と(4)の合計長さ(3700)は、製品(2)と(3)の合計長さ(4550)よりも短く、製品(2)、(3)および(4)の合計長さ(6050)よりも短い。

この未割付の製品(3)と(4)の合計寸法(長さ)が、母材群の中の最大寸法(長さ)の母材1の長さ(6000)よりも短いとすると、この所定の仮割付条件が満たされたことになる。

そして、この条件が満たされたときは、ステップS104へ進み、第3基準工程を実行する。

一方、条件が満たされないときは、ステップS105へ進み、予め入力された製品全体の仮割り付けが終了したか否かを判断する。すべての製品の仮割り付けが終了したときは、ステップS106へ進む。

[0024] ステップS104において、第3基準工程において定められた特定の基準のもとで、第1選択処理で選択された割付候補と、選択されなかったその他の仮割付状態とのどちらが適切かを判断し、割付候補の選択の見直しを行う。

この特定の基準とは、ある仮割付状態について、使用される各母材の寸法(長さ)

の合計寸法(長さ)を計算し、その合計寸法(長さ)が、最も短いものを選択するという基準である。具体的には、後述する式(10)と(11)が、この基準に相当する。

[0025] また、後述する式(10)による計算をするために、未割付の製品を割り付ける母材を選定する必要がある。この選定のために、後述する式(7)と式(8)とが利用される。

たとえば、図3の第1の仮割付状態では、製品(1)と(2)が母材1に仮割付されており、未割付の製品(3)と(4)は1つの母材2に割付けることができることがわかるので、式(8)により母材2が選定される。

また、図3の第2の仮割付状態では、製品(1)と(4)が母材2に仮割付されており、未割付の製品(2)と(3)は1つの母材2に割付けることができることがわかる。

[0026] さらに、図3の第3の仮割付状態では、製品(1)が母材3に割付けられているが、未割付の製品(2)、(3)および(4)をすべて割付けるためには、母材2と母材3とが必要であることがわかる。この場合は、3つの未割付の製品を割り付けるために、2つの母材(2, 3)が選定される。

そして、このように残った未割付の製品をすべて割付けるのに必要な母材を選定した後、仮割付処理ですでに選択されていた母材の長さ、上記選定によって選択された未割付製品に使用される母材の長さとの合計長さが、最小となる仮割付状態を割付候補とする処理を行う。

[0027] たとえば、図3において、3つの仮割付状態に対して、それぞれ、使用する各母材の長さの合計長さが計算される。第1の仮割付状態では、製品(1)と(2)とが母材1に割付られ、残りの製品(3)と(4)とが母材2に割付けられる。この状態では、母材1と母材2とが使用されるので、使用する母材1と母材2の合計長さ($6000 + 4900 = 10900$)が計算される。

[0028] 同様に、割付候補とはならなかった第2の仮割付状態では、使用する母材は、2つの母材2であるので、使用する母材の合計長さは、 $4900 \times 2 = 9800$ となる。

また、仮割付処理で割付候補とされていた第3の仮割付状態では、使用する母材は、2つの母材3と1つの母材2であるので、使用する母材の合計長さは、 $3000 \times 2 + 4900 = 10900$ となる。

この場合、計算された3つの合計長さのうち最小のものは、第2の仮割付状態である

ので、合計寸法が最小となる第2の仮割付状態を、割付候補として選択し直すことになる。割付候補としてメモリに記憶されていた情報が、選択見直し後の第2の仮割付状態の情報に置きかえられる。

[0029] すなわち、ステップS104において、第3基準工程が実行されることにより、ステップS133で選択された割付候補が、他の仮割付状態に変更されたことになる。ただし、第3基準工程による見直しが行われても、割付候補が変更されない場合もある。

なお、この第3基準工程による選択見直しが実行されると、すべての製品の第1基準工程を利用した割付けが終了したことになる。

[0030] 次に、ステップS106では、第1歩留計算工程が実行される。

ここでは、具体的には、後述する数式(5)による計算が行われる。これにより、第1基準工程で割付けが終了した全製品と使用した全母材についての全体の歩留(y1)が求められる。

以上により、第1基準工程によって適切と考えられる製品の割付けが終了するので、その割付結果がメモリに記憶される。ここで、割付結果とは、上記歩留(y1)と、使用すべき母材のデータと、その母材それぞれについて対応づけられた製品のデータを含むものである。

[0031] 次に、ステップS107において、第2基準工程による割付処理が行われる。

ここで、ステップS141の仮割付処理と、その後のステップS108と、ステップS109と、ステップS110の処理内容は、それぞれステップS131、S103、S104およびS105と同様である。

ステップS142における第2算出処理は、材料歩留を算出する代わりに、ある1つの仮割付状態に対して、その仮割付に使用した各母材について、製品が割り付けられていない部分の残材寸法(長さ)を算出する点が、ステップS132と異なる。

[0032] 図2の場合で説明すると、1回目の仮割付で2つの仮割付状態(母材1、母材2)が生成されているが、それぞれの仮割付状態の母材について、残材長さを算出する。たとえば、図2の母材1については、製品(1)と(3)とが仮割付されているが、その母材1の長さから、製品(1)と(3)の合計長さを引いたものが、母材1の残材長さである。

同様に、母材2については、母材2の長さから、製品(1)と(6)の合計長さを引いたものが、母材2の残材長さである。ここでは、2つの残材長さが算出される。

[0033] 次の第2選択工程(ステップS143)では、算出された残材寸法(長さ)のうち、最も小さな残材寸法(長さ)を持つ仮割付状態が、選択候補として選択される。

上記図2の場合は、2つの仮割付状態(母材1、母材2)のうち、母材2の方が残材寸法(長さ)が短いので、母材2の仮割付状態の方が選択候補として選択される。

その後、上記した第1基準工程と同様に、ステップS108、S109およびS110の処理が行われ、すべての製品の割付けに使用したすべての母材についての残りの寸法の合計が最も小さくなる仮割付状態が割付候補として選択される。ただし、第3基準工程(ステップS109)が行われた場合は、割付候補が別の仮割付状態に変更される場合もある。

[0034] 次に、ステップS111において、第2基準工程を実行することにより選択された選択候補に対して、歩留(y2)の計算を行う。この歩留計算の内容は、ステップS106と同様の処理である。

さらに、ステップS112において、計算された2つの歩留y1とy2との比較を行い、大きな数値を持つ方の割付候補を、最終的な割付状態として決定する(ステップS113、S114)。決定された割付状態を示す情報(母材および製品のデータ)は、メモリに保存されると共に、必要に応じて印刷、表示される。

[0035] 以上のような図6のフローは、この発明の割付方法で行われる全体処理の概要を示したものである。この図6の全体処理と同一の処理を、後述する表1と図4に、別の形態で示している。

図6と表1において、主として、ステップS101とStep1および2とが対応し、ステップS102およびS107とStep3~6とが対応する。また、ステップS131およびS141とStep3~5とが対応し、ステップS132およびS133とStep6とが対応する。さらに、ステップS142およびS143も、Step6に対応する。

[0036] また、ステップS103およびS104と、S108およびS109は、Step7に相当する。

ステップS105とS110は、Step8に対応する。

ステップS106とS111は、Step9の一部に対応する。

ステップS112、S113およびS114は、Step10に対応する。

以下の実施例で説明する処理や測定結果は、この図6に示した概略処理を実現したものである。

[0037] 図6に示したソート処理(工程)、仮割付処理(工程)、第1基準工程、第2基準工程および第3基準工程の処理、第1および第2算出処理(工程)、第1および第2選択処理(工程)、第1および第2歩留計算処理(工程)、比較処理(工程)、および割付決定処理(工程)は、マイクロコンピュータを搭載したパソコン等のコンピュータで実行される。

また、各処理の機能は、CPU、ROM、RAM、I/Oコントローラ、タイマー等を備えたマイクロコンピュータによって実現され、CPUが、RAMやハードディスク等のメモリに保存されたプログラムに基づいて、各種ハードウェアを動作させることにより実現される。

[0038] この発明の材料分割方法を実現するプログラムは、ROM等の半導体記憶素子に固定記録した形態で提供してもよく、その他にCD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の可搬型の記録媒体に保存した形態で提供してもよい。さらに、このプログラムを遠隔地のサーバに保存しておき、インターネットのようなネットワークを介して、パソコン等の端末へダウンロードするような形態で提供してもよい。

[0039] プレカットCSPは1次元のBPPとしてモデル化できるが、通常BPPは1種類の容量のビンを扱うが今回のプレカットCSPは母材長が数種類あり、複数容量のビンを設定する意味でより汎用的である。以下に同一断面形状、樹種、等級仕様をもつ製品群毎にGAを適用することとし、まず複数種のビンを用いる1次元マルチBPPを定義する。

m 種類の容積 b_t ($t=1, \dots, m$)ビンが十分にあり、これに容積 l_i ($i=1, \dots, n$)のアイテムをすべて入れるとき、容積 b_t のビン種別 t のビンの使用コストを c_t 、ビン k ($k=1, 2, \dots$)のビン種別を t_k とすると、1次元マルチBPPは、

[0040] [数1]

$$\min \sum_{k \in B} c_{t_k} \quad (1)$$

[数2]

$$\text{subject to } \sum_{i \in I_k} l_i \leq b_{t_k} \quad \forall k \in B \tag{2}$$

[数3]

$$\bigcup_{k \in B} I_k = I \tag{3}$$

[数4]

$$I_{k_1} \cap I_{k_2} = \phi \quad \forall k_1, k_2 \in B, k_1 \neq k_2 \tag{4}$$

[数5]

但し、 I_k : ビン k に入れるアイテムの集合

I : ビンに入れるすべてのアイテムの集合

$B_t = \{k \mid I_k \neq \phi, t_k = t\}$: 使用したビン種 t のビンの集合

$B = \bigcup_{t=1}^m B_t$: 使用したビンの集合

と表せる。(2)式はビンに入れるアイテムの容積合計がビンの容量以下であること、(3)式はすべてのアイテムをどれかのビンに入れること、(4)式は1つのアイテムが同時に複数のビンにははまらないことを示している。

上記に対して、ビンをプレカット母材に、容量別のビンの集合を長さ別の母材(以下、母材種と表記)の集合に、ビンに入れるアイテムを切り出す製品に置き換え、容積を長さに読み替えればプレカットCSPとなる。通常プレカットでは歩留最大を狙うのが一般的である。歩留 y は次式で表され、

[0041] [数6]

$$y = \sum_{i \in I} l_i / \sum_{k \in B} b_{t_k} \tag{5}$$

ここで分子の製品長累計は所与であるので、(1)式で使用コスト c を母材長 b に置き換えて

[数7]

$$\min \sum_{k \in B} b_{t_k} \tag{6}$$

とすればよい。なお、プレカットでは、母材の両端を整える「鼻切」(母材の両端の形

状を整えるための両端切り落としの(こと)および製品を切り出す際の「鋸代」(切断時に鋸の厚さが切り屑となって損失すること)を考慮する必要があるが、本質的な問題ではない。

[0042] 一般のBPPにおけるFirst Fit 法は、並べられたビン例えば常に左から順にアイテムを入れるスペースがあるかどうかを調べ、最初に見つかった必要なスペースのあるビンにそのアイテムを当てはめていく解法である。あらかじめ対象とする製品(アイテム)のオーダーがすべて分かっている場合は、すべての製品を大きさ(長さ)の降順にソートし、その順に必要なスペースのあるビンをサーチして当てはめていく(First Fit Descending:FFD)ほうが、ランダムに当てはめるよりいい結果が得られる。

[0043] 一次元BPPにおけるFFDは、大きさの降順に取り出したアイテムに対してそれが入る余地のあるビンを順にサーチし、最初に見つかったビン(該当のビンが無いときは新たなビン)に割付けるというアルゴリズムである。これをビンの側からみると、大きさの順に入れることのできるアイテムをビンが満杯になるまでに入れることになる。本モデルでは母材の長さ(ビンの容量)が複数種類あるためこのFFDはそのままでは使えない。そこで次のようなアルゴリズムを検討した。

長さの降順にソートした製品をそれぞれの母材種の母材1本に上記FFDルールで割付けてみて、もっとも「良い割付け」のできた母材とその割付を採用するという操作を、すべての製品が割付済になるまで繰り返す。このとき、先頭の最も長い製品は必ず割付けることにする。これは長い製品を最後のほうに残すことは適当でないという考え方に基づく。

[0044] 図2は、本発明によるFF(ファーストフィット)法の模式的図であり、ここでは、1回目の割付で、母材3への割付は母材3が製品(1)より短いため行われない。

FFDはその時点その時点で最適と想定される割付を行うアルゴリズムであり先まで見通した割付けではないため、終盤になると歩留の悪いビンが発生する傾向がある。本モデルでは複数の母材種を扱うことを生かし、複数の母材種からいかにうまく対象母材を選択し全体の歩留を上げるかを検討する。まず母材への「良い割付け」についての選択基準を以下のように設定した。

基準1:歩留基準・・・最も歩留の高い割付け

基準2:残材長基準・・・最も母材の残材長の短くなる割付け

基準1と2は母材種が1種類の場合は同等であるが複数種の場合は違ってくる。割付全体の歩留は(5)式で与えられるが、ある割付過程のその時点で最も高い歩留となる選択を与えるのが「基準1」である。一方、「基準2」は、製品の並びが母材に置き換わっていくにつれて、分母の母材長合計が最初は製品長合計であったものが母材長合計と残製品の合計に変わっていくと考えた場合、最も増加分が少ない選択基準である。しかし「基準2」は置き換わった製品の長さとの比率が考慮されていないため、一般には「基準1」のほうが合理的と考えられるが、先に述べたようにFFDは先まで見通した割付けではないため、必ずしも「基準1」が「基準2」よりも良い結果を与えるとは限らない。そこで本モデルでは、それぞれの基準で実行し良い結果が得られた割付を採用することとした。

[0045] さらに、FFDの特徴である「終盤になると歩留の悪いピンが発生する傾向」を少しでも回避するため次の「基準3」を設け、「基準1」または「基準2」による選択結果を「基準3」によって見直すこととする。

基準3:母材長基準・・・その割付け以降の割付に必要な母材が最小となる割付け「基準3」はすべての割付けに適用すれば(6)式の目標そのものであるが、割付け全体を見通せないと適用できない。未割付製品に対する最終的な割付けが見通せる段階になった時点で適用する。ある段階の母材種tの母材への仮割付の結果まだ未割付となっている製品の長さ合計を $l_{res}^{(t)}$ としたとき、 $b^{(t)}$ を次のように定義する。

[数8]

$$b^{(t)} = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & l_{res}^{(t)} = 0 \text{ のとき} \\ \min_{s=1, \dots, m} \{ b_s \mid l'_{res} \leq b_s \} & 0 < l_{res}^{(t)} \leq b_{max} \text{ のとき} \\ b_{min} \times 2 & b_{max} < l_{res}^{(t)} \leq \max(b_{max}, b_{min} \times 2) \\ b_{min} + b_{min+1} & \max(b_{max}, b_{min} + b_{min}) < l_{res}^{(t)} \\ & \leq \max(b_{max}, b_{min} + b_{min+1}) \\ & l_{res}^{(s)} > \max(b_{max}, b_{min} + b_{min+1}) \end{array} \right. \quad (7)$$

[数9]

$$\text{但し、 } b_{\max} = \max_{s=1, \dots, m} b_s, b_{\min} = \min_{s=1, \dots, m} b_s, b_{\min+1} = \min_{s=1, \dots, m} \{b_s \mid b_s > b_{\min}\} \quad (8)$$

このとき $b^{(t)}$ は、「母材種 t の母材へ割付けた場合、残りの製品をすべて割付けるために少なくとも必要な母材の長さ合計」となる。特に $0 < l_{\text{res}}^{(t)} \leq b_{\max}$ のときは、次の割付 $b^{(t)}$ けでの長さの母材に残りのすべての製品を割付けることができることを意味する。 $b_{\max} < l_{\text{res}}^{(t)}$ のときは、すべての正確な必要母材を見通すことはできないが、 $l_{\text{res}}^{(t)}$ が2本以上の母材の組合せで最も短い組合せ($b_{\min} + b_{\min}$)あるいはその次に短い組合せ($b_{\min} + b_{\min+1}$)以下であれば、次回と次々回の割付けでそれぞれの組合せの母材を使えば割付けが終了する。

[0046] ある段階の製品 i を先頭とする製品群への仮割付で、「基準1」または「基準2」を適用した結果、母材種 t_d の母材が選択されたとする。この選択による残製品の合計長 $l_{\text{res}}^{t_d}$ と、その他の割付可能母材種 t の母材への割付で得られる l_{res}^t について、

[数10]

$$l_{\text{res}}^{t_d} > 0 \quad \text{and} \quad \min_{t \in B^{+i}} l_{\text{res}}^t \leq b_{\max} \quad \text{但し、 } B^{+i} = \{t \mid b_t \geq l_i\} \quad (9)$$

となった時点から「基準3」による見直しを行う。後半の条件は少なくともひとつの母材への仮割付けは、残りの製品に対する最終的な割付けが見通せる段階になったことを意味する。

[0047] 見直しは以下のように行う。製品 i を先頭とする製品群への仮割付で、母材種 t の母材の長さ b_t と(7)式で計算される $b^{(t)}$ について

[数11]

$$t_{\min} = \min\{s \mid b_s + b^{(s)} \leq b_t + b^{(t)}, \text{ for } \forall t \in B^{+i}\} \quad (10)$$

となる t_{\min} に対して

[数12]

$$t_{\min} \neq t_d \quad (11)$$

ならば先に選択された t_d の母材への割付けを見直して母材種 t_{\min} の母材への割付けを採用する(図3)。

[0048] 図3は、本発明の基準3による第3の手順工程を示し、(10)式の t_{\min} は、今回割付けた母材と次回以降に割付ける母材の長さの合計がもっと短くなる母材の母材種であり、(11)式はそれが先の「基準1」あるいは「基準2」によって選ばれた母材種 t_d ではないことを意味している。

[0049] 以上をまとめると、次の処理の流れとなる(表1に示す)。「基準 x 」($x=1,2$)で選択し「基準3」で見直すプロセスによって得られたロット全体の歩留を歩留(x)と表現する。

[表1]

| 表1 <改良 FFD アルゴリズム> | |
|--------------------|--|
| Step 1: | $x=1$ とする。 |
| Step 2: | 製品長の降順にソートした製品の並びを $i=1,2,\dots,n$ とし、 $i=1$ とする。 |
| Step 3: | 製品 i を取り出す。取り出した製品 i が割付済であれば Step 8 へ。 未割付ならば、母材種 t ($t=1,2,\dots,m$)にたいし $t=1$ として Step 4 へ。 |
| Step 4: | 母材種 t の母材1本を取り出す。その母材長 b_t が製品 i の長さ l_i に対して ① $b_t < l_i$ ならば Step 5 へ ② $b_t \geq l_i$ ならば、母材種 t の1本の母材に対して、製品 i 以降の未割付の製品に対して FFD ルール(表2)で仮割付けする。同時に残製品の合計長 $l_{res}^{(i)}$ を算出する。 |
| Step 5: | $t < m$ ならば新たな母材種 $t+1 \rightarrow t$ として Step 4 へ。 $t = m$ (すべての母材種に対して仮割付けが終了)ならば Step 6 へ。 |
| Step 6: | 「基準 x 」に基づき母材を選択してその母材と割付けられた製品を確定する。 |
| Step 7: | (9)式に基づき、「基準3」の適用する/しないを判断する。適用する場合は、(10)式、(11)式により「基準3」による割付母材とその製品を見直す。 |
| Step 8: | $i < n$ ならば次の製品 $i+1 \rightarrow i$ として Step.3 へ。 $i = n$ ならば Step 9 へ。 |
| Step 9: | ロット全体歩留(x)を計算する。 $x=1$ ならば $x=2$ として Step 2 へ。 |
| Step 10: | 計算した2つの歩留を比較し、 $\max_{x=1,2}$ 歩留(x)とその割付を最終結果とする。 |

[0050] 表2には、母材1本に対するFFD割付けルールを示す。

[表2]

表2 <母材1本に対するFFD割付けルール>

割付ける母材の長さを b 、母材への割付対象製品の集合を I 、その製品を長さの降順にソートした並びを $i=1,2,\dots,n$ 、製品 i の製品長を l_i とする。また割付済みの製品の集合を I_a とする。

Step 1: $i=1$ とする。

Step 2: 製品 i を取り出す。取り出した製品 i が割付済であれば Step 4 へ。

Step 3: 未割付けの製品 i に対して、次式を満たす場合は製品 i を母材に割付ける。

$$\sum_{j \in I_a} l_j + l_i \leq b \quad (12)$$

Step 4: $i < n$ ならば、次の製品 $i+1 \rightarrow i$ として Step 2 へ。 $i = n$ ならば割付け終了

[0051] 図4は、表1をフロー図として示すものである。

[0052] First Fit法の弱点は先まで見通した割付けではないことであるが、本アルゴリズムでは複数の母材種の母材に対して仮割付けを行い、

(1)2つの基準(「歩留基準」と「残材長基準」)でそれぞれ実行し、良い結果の得られた母材への割付結果を採用する。

(2)さらに未割付製品に対して、次の割付で全体の割付が完了する目処がつく段階になったら、今回使用した母材と次回以降に割付ける母材の長さの合計を各母材について比較し、上記(1)で採用した母材を見直す。

ことによって、この弱点を補っている。

実施例 1

[0053] 本願の改良FFD(本願FFDと呼ぶ)を、ある住宅メーカーが受注した標準的な木造一戸建て住宅の、横架材について行った。これらの横架材は、断面サイズや樹種、等級など同じ母材から切り出すことができる約20のロットにグループに分けることができ、それぞれのロット毎に切り出す製品数や使用する母材群も異なる。本願FFDはロット毎に適用した。なお鼻切は0mm、鋸代は5mmと設定した。

[0054] 比較のため公開されている特許文献1(従来法と呼ぶ)のアルゴリズムを適用する。このアルゴリズムはすべての製品の長さ合計に対してその合計長以上になる複数母材長の母材の組み合わせをリストアップし、リストアップした母材の組み合わせで母材長合計の昇順にすべての製品が割付けられるかを判断するステップと、割付け可能

な最小母材長合計の組み合わせに対して、さらに母材長合計が小さくなる母材の組み合わせを探索するステップからなる方法である。

[0055] 16ロット201本の横架材製品からなる邸1と18ロット199本の邸2のデータについての実行結果の比較を表1に示す。図3で示した仕様のパソコンでの本改良FFDの実行時間は1邸分すべてのロット完了までは約1秒である。従来法は別のパソコンによる実運用システムでの結果であり厳密には比較できないが、取り合わせ計算部分の処理時間は数分と想定される。

各ロットにより従来法との優劣は違うが、全体では遜色のない結果が得られた。全体の材積歩留は、邸1では従来法で93.37%に対して本願FFDで93.80%、邸2では従来法94.60%、本願FFDが94.45%となった。

さらに上記を含む10邸の木造住宅について、全体の材積歩留の比較をした結果を表3に示す。この10邸分のデータでは、邸2を除いてすべて本願FFDが優位となっており、邸5および邸6ではほぼ1%の歩留優位となった。

[0056] [表3]

表3. 割付け結果比較(ロット別)

| 邸名 | ロット | 断面形状 | 樹種 | 等級 | 製品 | | 母材 長さ種類 | 歩留 | |
|----|-----|---------|-----|-----|-----|---------------------|------------|--------|--------|
| | | | | | 本数 | 材積(m ³) | | 本願FFD | 従来法 |
| 邸1 | 1 | 105×105 | 323 | 292 | 37 | 0.9868 | 3 | 93.74% | 92.04% |
| | 2 | 105×105 | 801 | 292 | 18 | 0.5430 | 3 | 96.26% | 96.26% |
| | 3 | 270×105 | 328 | 294 | 3 | 0.3035 | 5 | 89.97% | 89.97% |
| | 4 | 240×105 | 328 | 294 | 17 | 1.5129 | 6 | 95.75% | 95.75% |
| | 5 | 210×105 | 328 | 293 | 4 | 0.3429 | 5 | 92.02% | 92.02% |
| | 6 | 180×105 | 328 | 293 | 11 | 0.4887 | 5 | 94.36% | 94.36% |
| | 7 | 150×105 | 328 | 293 | 1 | 0.0138 | 5 | 29.13% | 29.13% |
| | 8 | 120×105 | 328 | 293 | 36 | 0.5726 | 5 | 96.89% | 97.51% |
| | 9 | 105×105 | 328 | 292 | 9 | 0.2154 | 3 | 92.84% | 92.84% |
| | 10 | 210×105 | 328 | 293 | 6 | 0.4425 | 5 | 95.56% | 95.56% |
| | 11 | 150×105 | 328 | 293 | 8 | 0.3719 | 5 | 92.97% | 90.82% |
| | 12 | 120×105 | 328 | 293 | 3 | 0.1065 | 5 | 94.94% | 93.89% |
| | 13 | 105×105 | 328 | 292 | 24 | 0.5261 | 3 | 95.82% | 95.82% |
| | 14 | 90×90 | 49 | 7 | 16 | 0.3312 | 2 | 92.94% | 90.87% |
| | 15 | 105×105 | 49 | 7 | 2 | 0.0492 | 2 | 63.71% | 63.71% |
| | 16 | 90×90 | 49 | 7 | 6 | 0.0953 | 2 | 90.48% | 90.48% |
| | | | | | 201 | 6.9021 | | 93.80% | 93.37% |
| 邸2 | 1 | 105×105 | 323 | 292 | 38 | 0.8881 | 3 | 95.76% | 95.67% |
| | 2 | 105×105 | 801 | 292 | 13 | 0.2910 | 3 | 96.34% | 96.34% |
| | 3 | 240×105 | 328 | 294 | 14 | 1.0869 | 6 | 97.36% | 96.27% |
| | 4 | 210×105 | 328 | 293 | 5 | 0.3275 | 5 | 92.82% | 92.82% |
| | 5 | 180×105 | 328 | 293 | 22 | 0.9224 | 5 | 94.22% | 94.03% |
| | 6 | 150×105 | 328 | 293 | 2 | 0.0710 | 5 | 92.02% | 92.02% |
| | 7 | 120×105 | 328 | 293 | 23 | 0.4600 | 5 | 95.57% | 97.36% |
| | 8 | 105×105 | 328 | 292 | 1 | 0.0083 | 3 | 25.00% | 25.00% |
| | 9 | 270×105 | 328 | 294 | 1 | 0.1064 | 5 | 93.85% | 93.85% |
| | 10 | 240×105 | 328 | 294 | 4 | 0.3786 | 6 | 95.69% | 95.69% |
| | 11 | 210×105 | 328 | 293 | 4 | 0.2975 | 5 | 89.93% | 89.93% |
| | 12 | 180×105 | 328 | 293 | 3 | 0.1437 | 5 | 96.22% | 96.22% |
| | 13 | 150×105 | 328 | 293 | 8 | 0.3297 | 5 | 96.01% | 96.01% |
| | 14 | 120×105 | 328 | 293 | 11 | 0.2552 | 5 | 94.65% | 96.92% |
| | 15 | 105×105 | 328 | 292 | 15 | 0.3267 | 3 | 92.37% | 95.34% |
| | 16 | 210×105 | 328 | 293 | 3 | 0.2601 | 5 | 98.31% | 98.31% |
| | 17 | 105×105 | 49 | 7 | 4 | 0.1107 | 2 | 83.64% | 83.64% |
| | 18 | 90×90 | 49 | 7 | 28 | 0.4959 | 2 | 92.76% | 92.76% |
| | | | | | 199 | 6.7596 | | 94.45% | 94.60% |

[0057] [表4]

表4. 割付け結果比較(邸別)

| 邸名 | ロット 数 | 製品 | | 歩留 | |
|-----|----------|-----|---------------------|--------|--------|
| | | 本数 | 材積(m ³) | 本願FFD | 従来法 |
| 邸1 | 16 | 201 | 6.902 | 93.80% | 93.37% |
| 邸2 | 18 | 199 | 6.760 | 94.45% | 94.60% |
| 邸3 | 19 | 257 | 9.538 | 93.71% | 93.30% |
| 邸4 | 19 | 181 | 6.610 | 93.17% | 92.64% |
| 邸5 | 17 | 136 | 5.144 | 93.72% | 92.76% |
| 邸6 | 20 | 295 | 10.593 | 94.22% | 93.36% |
| 邸7 | 16 | 162 | 5.976 | 92.71% | 92.30% |
| 邸8 | 18 | 220 | 7.696 | 93.69% | 93.32% |
| 邸9 | 15 | 214 | 6.788 | 94.08% | 93.29% |
| 邸10 | 19 | 190 | 7.769 | 94.62% | 94.09% |

[0058] 表5に「基準1」のみを適用した場合とさらに「基準2」と「基準3」を適用した場合の歩留を比較した。基準の「2」と「3」の欄は基準1さらに2つの基準が適用され歩留が向

上した場合の原因となった基準を“*”でマークしている。たとえばロット1では、基準1では93.43%であったが基準2を適用して93.74%となった。またロット8では、基準1のみの適用では95.87%であったが、基準3の見直し効果により96.89%となった。

[0059] [表5]

表5: 基準組み合わせ効果比較(ロット別)

| 【邸1】 | | | | | | 【邸2】 | | | | | | | |
|------|------|--------|--------|---|---|--------|-----|------|--------|--------|---|---|--------|
| ロット | 製品本数 | 母材長さ種類 | 基準 | | | 最終歩留 | ロット | 製品本数 | 母材長さ種類 | 基準 | | | 最終歩留 |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 37 | 3 | 93.43% | * | | 93.74% | 1 | 38 | 3 | 94.64% | * | | 95.76% |
| 2 | 18 | 3 | 96.26% | | | 96.26% | 2 | 13 | 3 | 92.95% | | * | 96.34% |
| 3 | 3 | 5 | 89.97% | | | 89.97% | 3 | 14 | 6 | 97.36% | | | 97.36% |
| 4 | 17 | 6 | 95.60% | * | | 95.75% | 4 | 5 | 5 | 92.82% | | | 92.82% |
| 5 | 4 | 5 | 92.02% | | | 92.02% | 5 | 22 | 5 | 94.22% | | | 94.22% |
| 6 | 11 | 5 | 91.04% | * | | 94.36% | 6 | 2 | 5 | 92.02% | | | 92.02% |
| 7 | 1 | 5 | 29.13% | | | 29.13% | 7 | 23 | 5 | 90.82% | | * | 95.57% |
| 8 | 36 | 5 | 95.87% | | * | 96.89% | 8 | 1 | 3 | 25.00% | | | 25.00% |
| 9 | 9 | 3 | 92.84% | | | 92.84% | 9 | 1 | 5 | 93.85% | | | 93.85% |
| 10 | 6 | 5 | 95.56% | | | 95.56% | 10 | 4 | 6 | 95.69% | | | 95.69% |
| 11 | 8 | 5 | 92.97% | | | 92.97% | 11 | 4 | 5 | 89.93% | | | 89.93% |
| 12 | 3 | 5 | 93.89% | | * | 94.94% | 12 | 3 | 5 | 96.22% | | | 96.22% |
| 13 | 24 | 3 | 95.82% | | | 95.82% | 13 | 8 | 5 | 96.01% | | | 96.01% |
| 14 | 16 | 2 | 92.94% | | | 92.94% | 14 | 11 | 5 | 88.45% | | * | 94.65% |
| 15 | 2 | 2 | 63.71% | | | 63.71% | 15 | 15 | 3 | 92.37% | | | 92.37% |
| 16 | 6 | 2 | 84.02% | * | | 90.48% | 16 | 3 | 5 | 98.31% | | | 98.31% |
| | | | | | | | 17 | 4 | 2 | 83.64% | | | 83.64% |
| | | | | | | | 18 | 28 | 2 | 92.76% | | | 92.76% |
| | 201 | | 93.29% | 4 | 2 | 93.80% | | 199 | | 93.46% | 1 | 3 | 94.45% |

表6には邸別に「基準1」のみを適用した場合とさらに「基準2」と「基準3」を適用した場合の歩留を比較した。また「2」と「3」欄に追加の2つの基準の適用で歩留が向上したロットの数をその原因の基準別に示した。

基準の組み合わせ適用が、歩留向上に明らかに有効であることが確認できる。

[0060] [表6]

表6: 基準組み合わせ効果比較(邸別)

| 邸 | ロット数 | 製品本数 | 基準 | | | 最終歩留 |
|-----|------|------|--------|---|---|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 邸1 | 16 | 201 | 93.29% | 4 | 2 | 93.80% |
| 邸2 | 18 | 199 | 93.46% | 1 | 3 | 94.45% |
| 邸3 | 19 | 257 | 92.91% | 3 | 3 | 93.71% |
| 邸4 | 19 | 181 | 92.21% | 1 | 4 | 93.17% |
| 邸5 | 17 | 136 | 93.26% | 0 | 4 | 93.72% |
| 邸6 | 20 | 295 | 93.74% | 2 | 3 | 94.22% |
| 邸7 | 16 | 162 | 90.79% | 1 | 6 | 92.71% |
| 邸8 | 18 | 220 | 93.14% | 2 | 3 | 93.69% |
| 邸9 | 15 | 214 | 93.64% | 1 | 1 | 94.08% |
| 邸10 | 19 | 190 | 94.01% | 0 | 5 | 94.62% |

尚、邸1での割り付け結果については、付表1として図5に示す。

[0061] 以上の実施例では、木材を割り付ける対象とした場合について説明したが、この発明の割付方法を適用することで、ほとんどの場合、従来よりも歩留を向上させることができた。

このように材料の歩留を向上させることは、使用する材料の節約につながり、使用されない廃材がでることをより少なくすることができ、資源の有効活用にもなる。

また、歩留が向上することにより、たとえば1件の家を建築するのに使用する母材の数量を減らすことができるので、建築コストの低減や、母材の運搬作業の効率向上を図ることができる。

さらに、1本当たりの単価が木材よりも高い鋼材の割り付けにこの発明の割付方法を適用した場合は、歩留の向上による材料コストの低減効果は、木材に比べてより大きいものとなる。

たとえば、多量の木材や鋼材を取り扱う業者にとっては、1軒当たりわずかな歩留の向上であったとしても、事業全体としては大きなコストダウンを図ることができる。

また、この発明の割付方法は、上記したように、ほぼリアルタイムに近い短時間で適切な割付結果を得ることができるが、生産計画の見直し、設計変更あるいは母材群の変更などの急な状況の変化があった場合でも、処理時間の短いこの発明の割付方法を再度適用することで、計画業務の効率の向上を図り、その状況変化に合わせて迅速な対応をすることが可能となる。

産業上の利用可能性

[0062] 多くのプレカット工場ではベテラン作業員の経験による操業がされており、90%以下の歩留であることを考えると、当アルゴリズムは簡便に導入ができ簡単な操作で高速に結果が得られる方法として、有効と考えられる。

また、提案した本願の改良FFDは、複数の積載可能量のトラックへの荷物の積載取り合わせなど、多くの適用が可能である。

請求の範囲

- [1] 複数種類の寸法が異なる母材からなる母材群に、所定寸法を持つ複数個の製品を割り付けるに際し、
- 前記複数個の製品を寸法の大きさの順に配列するソート工程と、
- その配列順に各製品を取り出して前記母材群に属する各母材に、前記取り出した製品を仮割付けし、複数通りの仮割付状態を生成する仮割付工程と、
- 前記生成された複数通りの仮割付状態のうち、割付けに使用した母材の歩留が最も高い仮割付状態を割付候補として選択する第1基準工程と、
- 前記生成された複数通りの仮割付状態のうち、割付けに使用したすべての母材の残りの寸法の合計が最も小さくなる仮割付状態を割付候補として選択する第2基準工程とを備え、
- 前記第1基準工程と第2基準工程が、所定の仮割付条件が満たされたときに、前記第1および第2基準工程のそれぞれにおいて選択された仮割付状態について、選択された仮割付状態と、その他の仮割付状態とを比較し、使用する各母材の寸法の合計寸法が最小となる仮割付状態を割付候補として選択し直す第3基準工程を備えた、プレカット材料割付方法。
- [2] 前記所定の仮割付条件は、
- 前記第1または第2基準工程において、所定数の製品の母材群への仮割付を実施した後、前記生成された各仮割付状態についての未割付の製品の合計寸法の最小値が、前記母材群に含まれる最大寸法の母材の寸法以下か否かを確認することであり、
- 前記未割付の製品の寸法の合計が、前記最大寸法の母材の寸法以下のときに、前記第3基準工程を実施し、その他の場合には前記第3基準工程は実施しない請求項1のプレカット材料割付方法。
- [3] 前記第1基準工程は、前記仮割付工程で生成した仮割付状態のそれぞれに対して、仮割付けに使用した各母材に割付けられた製品の合計寸法を、その母材の寸法で割った材料歩留をそれぞれ算出する第1算出工程と、
- 前記算出された各割付状態に対する材料歩留の中で最も大きな値を持つ仮割付

状態を、歩留の最も高い仮割付状態として選択する第1選択工程とを備えた請求項1または2のプレカット材料割付方法。

- [4] 前記第2基準工程は、前記仮割付工程で生成した仮割付状態のそれぞれに対して、その仮割付に使用した各母材について製品が割付けられていない部分の残材寸法を算出する第2算出工程と、

前記算出された各仮割付状態の残材寸法のうち最も小さな残材寸法を持つ仮割付状態を、選択候補として選択する第2選択工程とを備えた請求項1又は2のプレカット材料割付方法。

- [5] 前記第1基準工程で選択された割付候補に対して、割り付けるべきすべての製品の合計寸法をその割付けに使用したすべての母材の合計寸法で割った歩留 y_1 を計算する第1歩留計算工程と、

前記第2基準工程で選択された割付候補に対して、割り付けるべきすべての製品の合計寸法をその割付けに使用したすべての母材の合計寸法で割った歩留 y_2 を計算する第2歩留計算工程と、

前記歩留 y_1 と歩留 y_2 を比較する工程と、

前記比較の結果、大きな歩留を持つ割付候補を最終的な割付状態として決定する割付決定工程とを、さらに備えた請求項1乃至4のいずれかに記載されたプレカット材料割付方法。

- [6] 前記仮割付工程において、取り出された1つの製品を、1つの母材に仮割付をしようとするとき、前記取り出された製品の寸法が前記母材の寸法以下であり、またはその母材にすでに仮割付けされた1または複数の製品が存在するときは、前記取り出された製品の寸法とすでに仮割付けされたすべての製品の寸法との合計寸法が、前記母材の寸法以下となる場合に、前記取り出された製品を、前記母材に仮割付をする請求項1のプレカット材料割付方法。

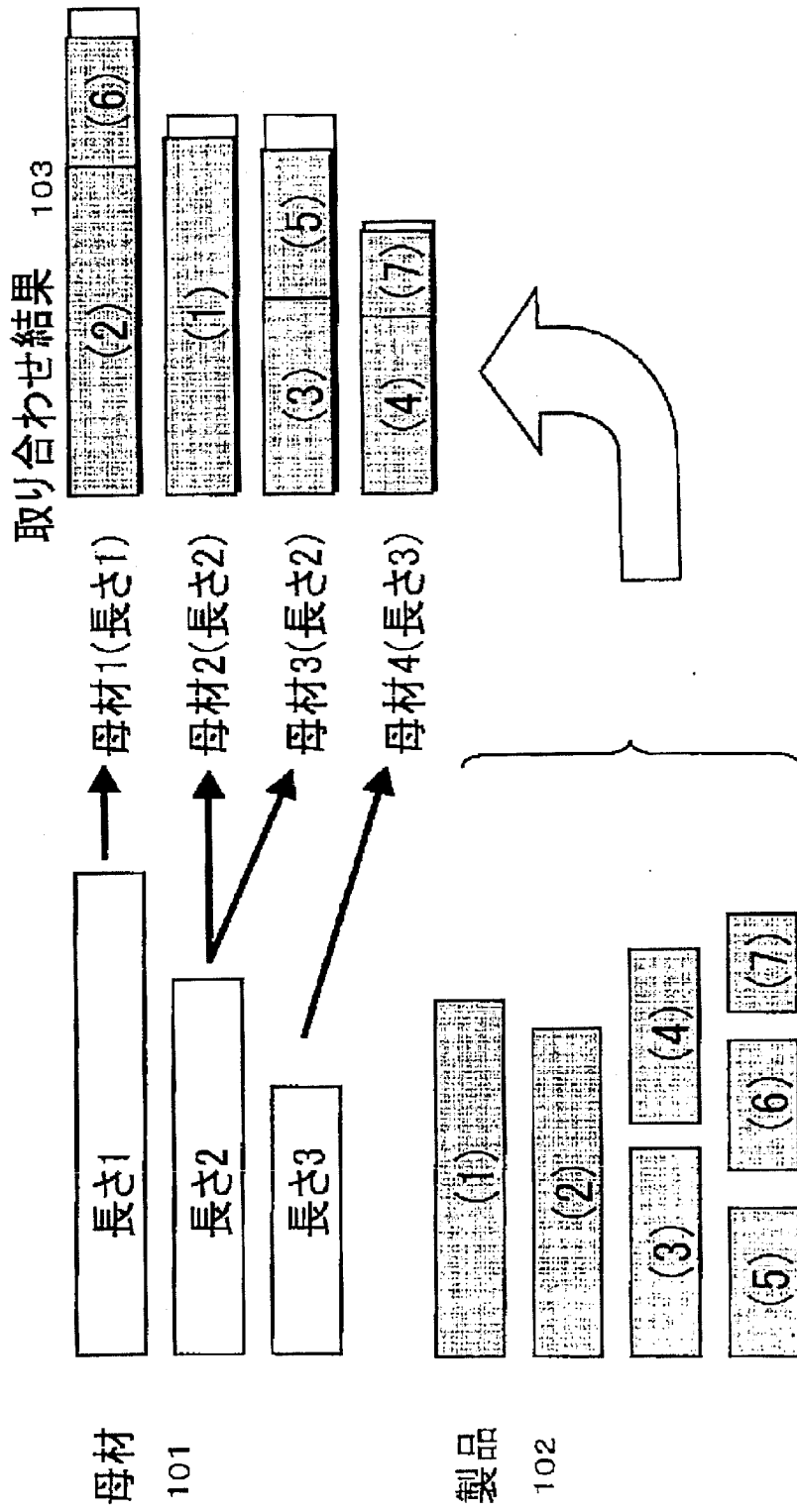
- [7] 前記母材および製品が1次元方向に長い材料の場合、前記母材および製品の寸法は前記1次元方向の長さである請求項1乃至6のプレカット材料割付方法。

- [8] 前記母材および製品は、1次元部材または2次元部材である請求項1乃至6のプレカット材料割付方法。

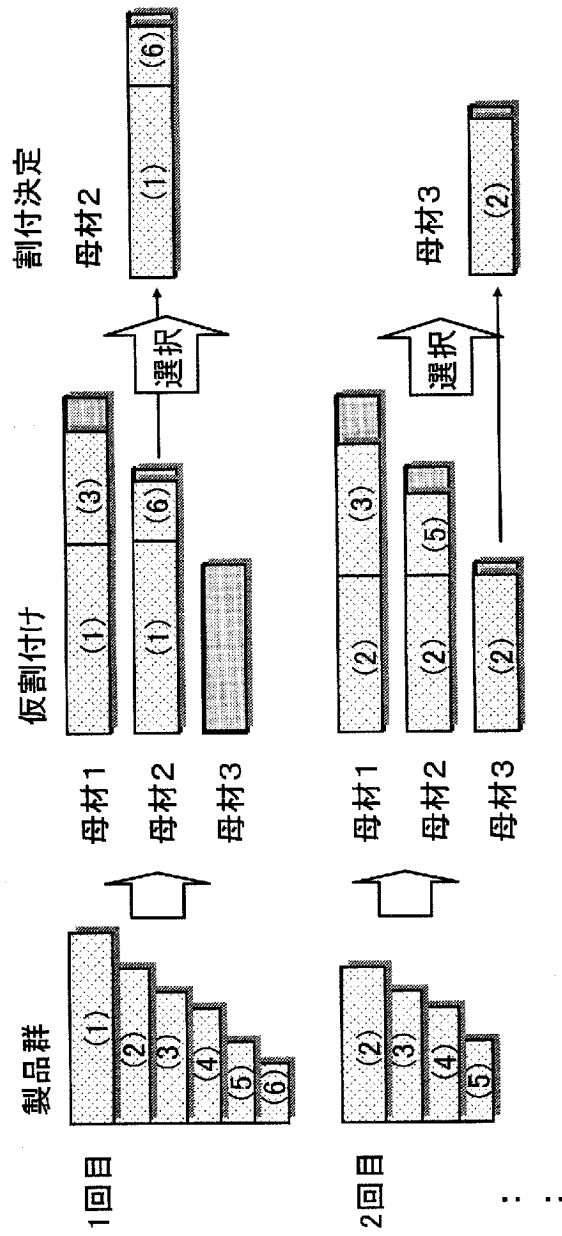
- [9] 前記1次元部材が、木材である請求項8のプレカット材料割付方法。
- [10] 前記2次元部材が、鋼板、布部材あるいは紙部材である請求項8のプレカット材料割付方法。
- [11] 前記請求項1に記載のプレカット材料割付方法の各工程を、コンピュータに実行させるためのプログラム。
- [12] 前記請求項11に記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[図1]

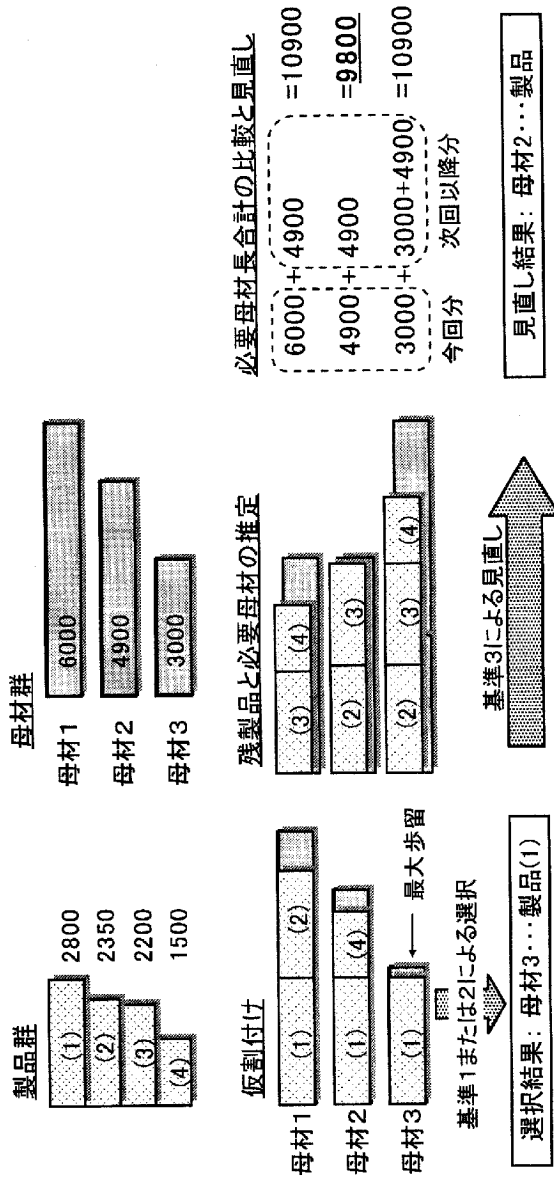
図1: 材料取り合わせ模式例



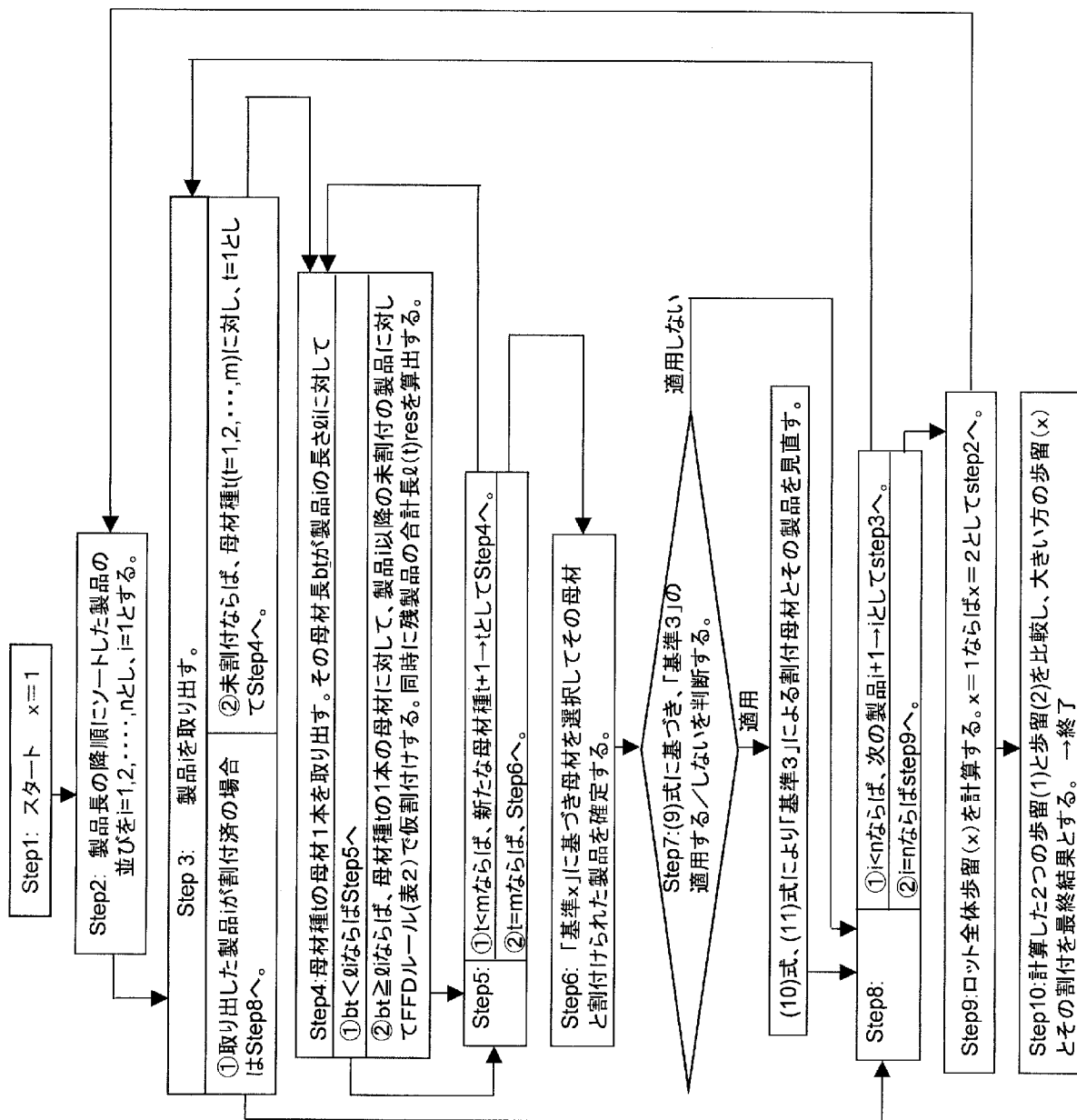
[図2]



[図3]



[図4]

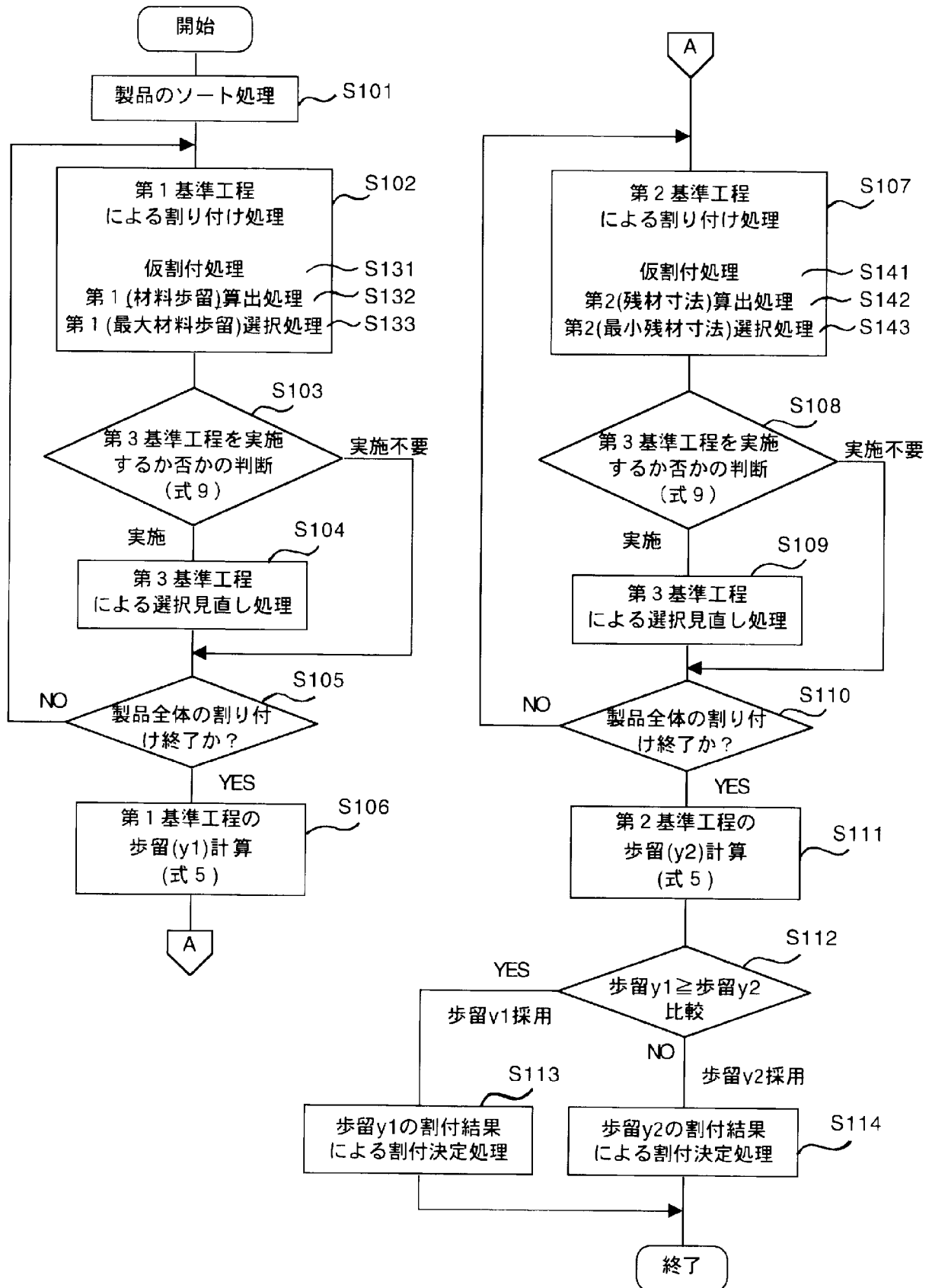


[図5]

付表1. 邸1の割付け結果(抜粋)

| ロット | 母材 | | 割付製品 | | | | |
|-----|-------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| | 母材長 | 残長 | 製品(1) | 製品(2) | 製品(3) | 製品(4) | 製品(5) |
| 1 | 4000 | 154.0 | 3846.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 193.0 | 3807.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 295.0 | 3705.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 1.0 | 3679.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 76.0 | 3604.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 76.0 | 3604.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 76.0 | 3604.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 125.0 | 3555.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 151.0 | 3529.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 26.5 | 3094.5 | 874.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 67.0 | 3054.0 | 874.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 626.0 | 3054.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 41.0 | 2904.0 | 1050.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 202.0 | 2769.0 | 1024.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3000 | 306.0 | 2694.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 6.0 | 2677.0 | 992.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3000 | 473.0 | 2527.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3000 | 473.0 | 2527.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3000 | 584.0 | 2416.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 74.0 | 2137.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 47.0 | 2089.0 | 1859.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 185.0 | 2026.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 107.0 | 1784.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 107.0 | 1784.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3680 | 107.0 | 1784.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 3000 | 1344.0 | 1656.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 95480 | 5922.5 | 89502.5 | | | 歩留= | 0.9374 |
| 8 | 4000 | 106.0 | 2865.0 | 1024.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4500 | 17.0 | 2694.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4500 | 17.0 | 2694.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4500 | 17.0 | 2694.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4500 | 17.0 | 2694.0 | 1784.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4900 | 34.0 | 1024.0 | 1024.0 | 1024.0 | 1024.0 | 750.0 |
| | 4000 | 39.0 | 1024.0 | 1024.0 | 1024.0 | 874.0 | 0.0 |
| | 4500 | 110.0 | 874.0 | 874.0 | 874.0 | 874.0 | 874.0 |
| | 4500 | 110.0 | 874.0 | 874.0 | 874.0 | 874.0 | 874.0 |
| | 4000 | 489.0 | 874.0 | 874.0 | 874.0 | 874.0 | 0.0 |
| | 3000 | 378.0 | 874.0 | 869.0 | 869.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | 46900 | 1334.0 | 45441.0 | | | 歩留= |
| 11 | 4900 | 355.0 | 4545.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 6000 | 199.0 | 3754.0 | 2042.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4500 | 17.0 | 3604.0 | 874.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 4000 | 593.0 | 3407.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 6000 | 607.0 | 2694.0 | 2694.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 25400 | 1771.0 | 23614.0 | | | 歩留= | 0.9297 |

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/067031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G05B19/4097(2006.01) i, B26D5/00(2006.01) i, B27M1/00(2006.01) i, G06F17/50(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)
G05B19/18-19/46, B26D5/00, B27M1/00, G06F17/50

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 | 1996-2008 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2008 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2008 |

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 | JP 3565262 B2 (Sumitomo Forestry Co., Ltd.), 18 June, 2004 (18.06.04), (Family: none) | 1-12 |
| A | JP 2002-121817 A (Koei Shizai Kabushiki Kaisha), 26 April, 2002 (26.04.02), (Family: none) | 1-12 |
| A | JP 2008-47002 A (C.S. Lumber. Co., Inc.), 28 February, 2008 (28.02.08), (Family: none) | 1-12 |
| A | JP 2001-312307 A (Sumitomo Forestry Co., Ltd.), 09 November, 2001 (09.11.01), (Family: none) | 1-12 |

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

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "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 |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "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 |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family |
| "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 | |

| | |
|--|---|
| Date of the actual completion of the international search 08 October, 2008 (08.10.08) | Date of mailing of the international search report 21 October, 2008 (21.10.08) |
|--|---|

| | |
|--|--------------------|
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G05B19/4097(2006.01)i, B26D5/00(2006.01)i, B27M1/00(2006.01)i, G06F17/50(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 (IPC))
 Int.Cl. G05B19/18-19/46, B26D5/00, B27M1/00, G06F17/50

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2008年
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年
 日本国登録実用新案公報 1994-2008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 | JP 3565262 B2 (住友林業株式会社) 2004.06.18, (ファミリーなし) | 1-12 |
| A | JP 2002-121817 A (恒栄資材株式会社) 2002.04.26, (ファミリーなし) | 1-12 |
| A | JP 2008-47002 A (株式会社シー・エス・ランバー) 2008.02.28, (ファミリーなし) | 1-12 |

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。

| | |
|---|---|
| <p>* 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</p> | <p>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</p> |
|---|---|

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| 国際調査を完了した日 08.10.2008 | 国際調査報告の発送日 21.10.2008 |
|--------------------------|--------------------------|

| | | | |
|---|---------------------------|----|------|
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 大山 健 | 3U | 9533 |
| | 電話番号 03-3581-1101 内線 3324 | | |

| 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 | JP 2001-312307 A (住友林業株式会社) 2001. 11. 09, (ファミリーなし) | 1-12 |