



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 112014020342-3 B1**



**(22) Data do Depósito: 07/03/2013**

**(45) Data de Concessão: 08/03/2022**

**(54) Título:** APARELHO DE GERENCIAMENTO DE DEPÓSITO E MÉTODO DE GERENCIAMENTO DE DEPÓSITO

**(51) Int.Cl.:** B65G 63/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 09/03/2012 JP 2012-053478.

**(73) Titular(es):** NIPPON STEEL CORPORATION.

**(72) Inventor(es):** TETSUAKI KUROKAWA.

**(86) Pedido PCT:** PCT JP2013056265 de 07/03/2013

**(87) Publicação PCT:** WO 2013/133366 de 12/09/2013

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 18/08/2014

**(57) Resumo:** APARELHO DE ADMINISTRAÇÃO DE DEPÓSITO, MÉTODO DE ADMINISTRAÇÃO DE DEPÓSITO E PROGRAMA DE COMPUTADOR. A presente invenção refere-se a um dispositivo de administração de depósito para transportar, através de aparelhos de transporte (1A, 1B, 2A, 2B) para cada unidade de transporte um material metálico que já chegou e um material metálico que ainda chegará nos depósitos (501 a 504), em que material metálico é posicionado para criar pilhas principais (X, Y) formadas a partir do material metálico que é acumulado na ordem de empilhamento de acordo com uma ordem de descarga para etapas pós-depósito (501 a 504). Uma fórmula de restrição de transporte relacionada à ordem de transporte de material metálico e uma função objetiva de transporte com a qual o tempo em que o material metálico é parado em um processo para ser transportado para as pilhas principais (X, Y) é minimizado, são expressas com o uso de um tempo de transporte inicial ou um tempo de transporte final do material metálico que deve ser transportado, incluindo, o material que ainda chegará e o material que já chegou como uma variável determinante.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para  
**"APARELHO DE GERENCIAMENTO DE DEPÓSITO E MÉTODO DE  
GERENCIAMENTO DE DEPÓSITO".**

CAMPO DA TÉCNICA

[0001] A presente invenção refere-se a um aparelho de gerenciamento de depósito, um método de gerenciamento de depósito e um programa de computador e, mais particularmente, àqueles utilizados adequadamente para classificação de pilha de materiais de metal em depósitos fornecidos para suprir bem os materiais de metal tais como placas e bobinas para uma etapa subsequente em processos de fabricação de metal e para classificação de pilha de contentores em campos de distribuição físicos e similares.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

[0002] Quando materiais de aço que são um exemplo de materiais de metal são transferidos de, por exemplo, uma etapa de produção de aço para uma etapa de laminação que é uma etapa subsequente em um processo de produção de ferro que é um exemplo de um processo de fabricação de metal, os materiais de aço são mantidos uma vez em locais de armazenamento temporário chamados de depósitos e após isso são levados dos depósitos de acordo com o tempo de processamento da etapa de laminação que é a etapa subsequente. Um exemplo de layout dos depósitos é mostrado na Figura 5. Conforme mostrado na Figura 5, os depósitos são espaços de armazenamento 501 a 504 demarcados vertical e lateralmente como áreas de armazenamento temporário para suprir os materiais de aço tais como placas entregues de uma etapa a montante para uma etapa a jusante. Segmentos verticais e segmentos laterais são frequentemente chamados de e "colunas" e "fileiras" respectivamente. Especificamente, guindastes (1A, 1B, 2A, 2B) são móveis nas fileiras para transferir os materiais de aço entre diferentes colunas na mesma fileira.

Adicionalmente, os materiais de aço são transferidos entre as fileiras por mesas de transferência. Quando um comando de transferência é criado, "fileira" e "coluna" são designadas para indicar para onde transferir os materiais de aço (referir-se aos números em parênteses (11), (12), (21) e (22) anexos aos espaços de armazenamento 501 a 504 na Figura 5).

[0003] Em seguida, um fluxo de trabalho básico nos depósitos é mostrado, tomando-se a Figura 5 como um exemplo. Primeiramente, os materiais de aço levados de uma máquina de fundição contínua 510 em uma etapa de produção de aço que é uma etapa prévia são levados para o depósito por uma mesa de recebimento X por meio de uma empilhadeira 511, são transferidos para qualquer um dentre os espaços de armazenamento demarcados 501 a 504 pelo guindaste 1A, 1B, 2A, 2B para serem empilhados nos mesmos. Então, de acordo com um agendamento de fabricação da etapa de laminação que é uma etapa posterior, os mesmos são colocados novamente sobre uma mesa de entrega Z pelo guindaste 1A, 1B, 2A, 2B para serem transferidos para a etapa de laminação. Em geral, os materiais de aço são colocados no estado empilhado no depósito conforme descrito acima. Isso é destinado a fazer um uso eficaz de uma área de depósito limitada. Por outro lado, quando os materiais de aço são empilhados, a fim de facilitar seu suprimento para a etapa subsequente, é naturalmente necessário que a sua ordem de empilhamento do topo precisa ser a ordem em que os mesmos são processados na etapa subsequente. Aqui, a divisão dos materiais de aço em uma pluralidade de pilhas é chamada de classificação de pilha.

[0004] Aqui, "pilha principal", "pilha original", e "pilha temporária" são utilizadas para significar os que se segue no relatório descritivo, nas reivindicações e nos desenhos:

pilha principal: pilha final onde os mesmos são empilhados

para entrega para a etapa subsequente (também chamada de uma pilha de entrega)

pilha original: pilha que já foi formada no depósito em um presente momento

[0005] Portanto, as pilhas originais include uma parte de armazenamento principal e uma parte de armazenamento temporário:

pilha temporária: pilha para armazenamento temporário forçado no momento da transferência da pilha original ou da mesa de recebimento para a pilha principal no ou após o presente momento.

[0006] No processo de classificação de pilha realizado no depósito a fim de entregar suavemente os materiais de solicitados necessários para uma etapa posterior, pode acontecer frequentemente que os materiais de aço originalmente agendados não chegam devido ao fato de que os materiais de aço agendados para chegar são de grau inferior (devido a um problema de qualidade ou similares que ocorre quando os materiais de aço são fabricados, os mesmos são de grau inferior e o uso originalmente planejado é mudado para outro uso), os materiais de aço agendados para chegar exigem um processo de ajuste preciso que não é agendado e uma mudança de tamanho ocorre. Adicionalmente, quase que não se pode esperar que o estado dos espaços de armazenamento do depósito mude sem qualquer problema conforme originalmente agendado e é um evento do dia a dia que materiais de aço não esperados são forçados a serem colocados em espaços de armazenamento não agendados.

[0007] Portanto, como um método para lidar com tal situação, reagendamento frequente (em intervalos de vários minutos) é realizado para reajustar uma aparência de pilha de entrega (aparência de pilha principal) e um procedimento de transferência para criar a mesma.

[0008] Em particular, a fim de reagendar o procedimento de processos de transferência para realizar a aparência de pilha de entrega



(aparência de pilha principal), é necessário assumir muitos processos de transferência necessários para realizar a aparência de pilha de entrega a partir de vários estados no depósito e para decidir eficientemente sua ordem de execução.

[0009] Tal reagendamento do procedimento dos processos de transferência é um problema muito difícil de solucionar pelas seguintes razões e uma solução errada poderia causar uma congestão das mesas de recebimento, congestão dos trabalhos de transferência devido à ocorrência de uma carga de transferência que excede a capacidade dos guindastes e uma falha no gerenciamento de depósito devido ao fato de nenhum espaço de armazenamento se encontrado no depósito.

[00010] As razões por que esse problema de reagendamento é difícil de solucionar são que, primeiramente, no depósito, alguns materiais de aço são colocados em um estado de armazenamento temporário (um estado de pilha em que os mesmos são temporariamente empilhados até que uma temporização apropriada chegue, apesar de os mesmos serem finalmente separados para serem transferidos para pilhas de entrega respectivas) e alguns outros são colocados como o armazenamento principal (parte das pilhas de entrega) e é necessário determinar a qual (armazenamento temporário ou armazenamento principal) cada um dos materiais de aço pertence e decidir a ordem de transferência dos materiais de aço de modo que os materiais de aço para o armazenamento temporário venham a ter uma aparência de pilha de entrega do modo mais eficiente (com o número mínimo de vezes de transferência). Adicionalmente, visto que a pilha de entrega é, às vezes, formada pela mistura de materiais de aço já presentes no depósito e materiais de aço que estão para chegar ao depósito depois, o reagendamento mencionado anteriormente não pode ser decidido somente com base nos materiais de aço que já chegaram ao depósito e precisa ser decidido levando em consideração os materiais de aço que

estão agendados para chegar depois. Ou seja, o reagendamento precisa ser realizado levando em consideração a mistura tanto da transferência dos materiais de aço que já chegaram (processo de realocação) que é um fator estático quanto da transferência dos materiais de aço que são agendados para chegar (processo de recebimento) que é um fator dinâmico. Portanto, somente com o processo de realocação (fator estático), o reempilhamento é feito realizando-se a transferência em uma ordem fisicamente gerenciável levando em consideração o estado empilhado, porém quando os materiais de aço que ainda não chegaram e os materiais de aço que já chegaram são misturados, a temporização de chegada dos materiais de aço que ainda não chegaram deve ser obtida e o processo de realocação (processo de decomposição da pilha original) deve ser realizado levando em consideração da temporização de chegada e, conseqüentemente, a temporização do processo de realocação também não pode ser facilmente decidida.

[00011] Variações do processo de transferência dos materiais a chegar incluem um caso em que os mesmos podem ser transferidos diretamente para a pilha principal (pilha de entrega) da mesa de recebimento e um caso em que os mesmos foram transferidos uma vez para e temporariamente armazenados em um lugar (pilha temporária) diferente da pilha principal na hora do recebimento têm que ser transferidos para a pilha principal quando uma condição apropriada estiver pronta. Adicionalmente, variações do processo de transferência dos materiais que já estão chegando também incluem um caso em que os mesmos não precisam ser movidos da pilha original, um caso em que os mesmos podem ser transferidos diretamente para a pilha principal da pilha original, e um caso em que os mesmos precisam ser transferidos uma vez para e temporariamente armazenados em um lugar (pilha temporária) diferente da pilha principal antes de serem transferidos para

a pilha principal.

[00012] Conforme descrito acima, quando o armazenamento temporário é necessário, a transferência precisa ser realizada duas vezes, ou seja, a transferência da mesa de recebimento ou do lugar de armazenamento original (pilha original) para o lugar de armazenamento temporário (pilha temporária) e a transferência do lugar de armazenamento temporário (pilha temporária) para a pilha principal e a fim de reduzir o número total de vezes de transferência, é importante reduzir tal caso.

[00013] Situações sérias quando um plano de transferência dos materiais de aço no depósito não é apropriado inclui um caso em que não é possível reservar o espaço de armazenamento no depósito devido ao fato de que o número de materiais de aço a serem armazenados temporariamente é grande demais ou o tempo armazenamento temporário se torna longo demais, resultando em uma falha no gerenciamento de depósito. Adicionalmente, pode haver um caso em que as mesas de recebimento estão congestionadas devido ao fato de que o processo de realocação no depósito leva tempo longo demais e o processo de recebimento não pode ser gerenciado, causando uma situação em que uma etapa prévia é forçada a ser interrompida. Dando um efeito muito adverso à produção, todos esses casos são situações que devem ser evitadas de todas as maneiras. Portanto, é importante fazer apropriadamente um plano de transferência dos materiais de aço no depósito.

[00014] Em uma prática convencional, um indivíduo encarregado do planejamento faz um plano de transferência de material de aço para a classificação de pilha de materiais de aço por tentativa e erro, com base nas informações sobre materiais de aço que devem ser recebidos em um depósito, informações sobre materiais de aço já colocados no depósito e informações sobre uma aparência de pilha de entrega

(aparência de pilha principal). No entanto, em tal planejamento manual, não foi possível frequentemente preparar um plano de transferência "eficiente" quando o número dos materiais de aço que são alvo do planejamento for grande e o número de vezes de transferência for grande. Adicionalmente, visto que a preparação do plano exige habilidade, uma diferença individual ocorre nos planos preparados e, dependendo de um preparador do plano, ocorre um problema que o depósito não pode ser utilizado de modo eficaz e nenhum lugar de armazenamento é reservado. Existe outro problema que é leva um longo período de tempo para cultivar um indivíduo de habilidade encarregado. A propósito, o plano de transferência "apropriado" aqui significa que o número de vezes de transferência, o espaço de armazenamento temporário e o tempo de armazenamento temporário são reduzidos o máximo possível sem causar congestão de recebimento durante a realização da aparência de pilha de entrega a partir do estado atual das pilhas de depósito.

[00015] Como um método de gerenciamento de espaço de armazenamento que exige os mesmos, vários métodos foram desenvolvidos. Uma técnica descrita na Literatura de Patente 1 é um método básico em que produtos são empilhados em ordem de modo que nenhum desvio de empilhamento ocorra no momento da entrega com uso de um arquivo de informações a respeito do empilhamento. A Literatura de Patente 2 também propõe um método de gerenciamento de espaço de armazenamento muito básico para formar artigos em um lote grande em uma única pilha para impedir que artigos no lote grande sejam empilhados sobre um lado superior de artigos em um pequeno lote, reduzindo, dessa forma, um trabalho de realocação no momento do transporte.

[00016] Adicionalmente, a Literatura de Patente 3 propõe um método de planejamento de empilhamento de chapa de aço cujo objetivo é

preparar um plano de ordem de empilhamento ótimo que satisfaz condições no momento do empilhamento em um depósito, automaticamente e em um tempo relativamente curto mesmo quando o número de chapas de aço que são alvo do plano se tornar enorme. Essa técnica adota um procedimento em que as chapas de aço são agrupadas com base em condições tal como tamanho e na ordem de laminação das chapas de aço, uma pluralidade de padrões de disposição diferentes na ordem de disposição dos grupos é preparada, simulações em que o empilhamento é indicado do grupo de topo de cada padrão de disposições são conduzidas com base nas condições de determinação de empilhamento e com base no resultado das mesmas, o número de pilhas é obtido para cada um dos padrões de disposição, o padrão de disposição com o número mínimo de pilhas é selecionado, adicionalmente um número predeterminado dos padrões de disposição são selecionados na ordem ascendente do número de pilhas a partir dos padrões de disposição preparados, as ordens de disposição de grupo são mudadas entre os padrões de disposição selecionados para preparar uma pluralidade de novos padrões de disposição e o padrão de disposição com o número mínimo de pilhas é selecionado de modo similar dentre esses padrões de disposição e o padrão de disposição com o número mínimo de pilhas.

[00017] Adicionalmente, a Literatura de Patente 4 propõe um método de gerenciamento de espaço de armazenamento que inclui: uma etapa de classificação de pilha para decidir como placas devem ser alocadas para pilhas; uma etapa de divisão de lote para decidir como as placas devem ser divididas em lotes de transferência; uma etapa de decisão de ordem de geração de lote para decidir em qual ordem os lotes de transferência decididos pela etapa de divisão de lote devem ser gerados; uma etapa de geração de instrução de trabalho pra gerar uma instrução de trabalho de um aparelho de gerenciamento para executar

a ordem de geração de lote decidida na etapa de decisão de ordem de geração de lote; e uma etapa de decisão de endereço vazio para decidir em qual lugar placas obstrutivas devem ser evacuadas enquanto placas-alvo são retiradas.

[00018] Adicionalmente, a Literatura de Patente 5 revela um método para realizar a classificação de pilha em que materiais de aço que são alvo da classificação de pilha são considerados um conjunto, subconjuntos de material de aço que são subconjuntos desse conjunto são primeiramente gerados e depois pilhas possíveis que são subconjuntos que satisfazem uma restrição de empilhamento são subsequentemente extraídas dos subconjuntos de material de aço, uma solução ótima conforme o subconjunto ótimo das pilhas possíveis em vista do gerenciamento de espaço de armazenamento é calculado.

[00019] Finalmente, a Literatura de Patente 6 revela uma técnica em que, em um plano de classificação de pilha, uma função objetiva que tem tanto um índice para maximizar uma altura de pilha quanto um índice para minimizar o número de vezes de transferência que realiza isso é estabelecida, é feita para resultar em um problema de programação que satisfaz uma condição de restrição a respeito de empilhamento e transferência, otimizando, dessa forma, a classificação de pilha e a ordem de transferência simultaneamente.

### LISTA DE CITAÇÃO

#### LITERATURA DE PATENTE

[00020] Literatura de Patente 1: Publicação de Patente Aberta à Inspeção Pública nº JP 06-179525

[00021] Literatura de Patente 2: Publicação de Patente Aberta à Inspeção Pública nº JP 2000-226123

[00022] Literatura de Patente 3: Publicação de Patente Aberta à Inspeção Pública nº JP 11-255336

[00023] Literatura de Patente 4: Publicação de Patente Aberta à

Inspeção Pública nº JP 2007-84201

[00024] Literatura de Patente 5: Publicação de Patente Aberta à Inspeção Pública nº JP 2008-260630

[00025] Literatura de Patente 6: Publicação de Patente Aberta à Inspeção Pública nº JP 2010-269929

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

#### PROBLEMA DA TÉCNICA

[00026] As invenções descritas nas Literaturas de Patente 1, 2, 3, 5 são invenções para um caso em que a classificação de pilha é planejada para, o que é chamado, materiais a chegar que são agendados para chegar ao depósito posteriormente e as mesmas estudam a aparência de pilha de entrega (aparência de pilha principal), ou seja, o quão apropriadamente a classificação de pilha dos materiais de aço-alvo deve ser realizada. No entanto, nenhum estudo é feito sobre um problema para otimizar a ordem de transferência dos materiais de aço a fim de fazer tal pilha de entrega.

[00027] Adicionalmente, as Literaturas de Patente 4, 6 estudam os problemas tanto da aparência de pilha de entrega (aparência de pilha principal) quanto da ordem de transferência para realizar isso. A Literatura de Patente 4 adota o método de otimização de dois estágios para otimizar primeiro a aparência de pilha de entrega (aparência de pilha principal) e após isso otimizar a ordem de transferência dos materiais de aço para fazer o mesmo. Por outro lado, a Literatura de Patente 6 propõe o método para otimizar simultaneamente tanto a classificação de pilha quanto a ordem de transferência para realizar a mesma.

[00028] Portanto, ambas as Literaturas de Patente 4, 6, apesar de produzirem o plano para a ordem de transferência, assumem somente um caso em que a aparência de pilha de entrega (aparência de pilha principal) deve ser realizada com base somente nos materiais de aço já

colocados no depósito. Uma razão para tal pressuposição é que se toma como premissa a ordem de entrega para a etapa subsequente não foi decidida em um instante quando os materiais de aço chegam da etapa prévia e a ordem de entrega para a etapa subsequente é decidida enquanto os mesmos ficam no depósito e, portanto, não é até esse instante que uma aparência de pilha de entrega apropriada pode ser encontrada. A propósito, tal estado é chamado de "caso de empilhamento de material recebido" na Literatura de Patente 6.

[00029] No entanto, em casos reais, além do "caso de empilhamento de material recebido", existem mais casos em que no instante em que os materiais de aço chegam da etapa prévia, a ordem de entrega para a etapa subsequente foi decidida, ou seja, a aparência de pilha de entrega (aparência de pilha principal) pode ser decidida.

[00030] Quando a aparência de pilha de entrega (aparência de pilha principal) foi decidida no instante do recebimento, pode-se considerar decidir a ordem de transferência de todos os materiais de aço com antecedência com base nas informações sobre os materiais agendados para chegar e gerenciar os mesmos de acordo com isso, porém, conforme foi previamente descrito, o caso em que os materiais de aço originalmente agendados não chegam pode ocorrer frequentemente devido ao fato de que os materiais de aço agendados para chegar são de grau inferior, o ajuste preciso inesperado dos materiais de aço agendados para chegar se torna necessário ou o tamanho é mudado. No entanto, o reempilhamento dos materiais de aço após o recebimento dos materiais de aço ser concluído resulta em um aumento em repetição de trabalho e, portanto, é naturalmente mais eficiente que a pilha de entrega seja gradualmente formada enquanto os materiais de aço são recebidos.

[00031] Portanto, conforme descrito acima, a ordem de transferência dos materiais de aço no depósito não pode ser decidida somente com



base nos materiais de aço que já chegaram ao depósito ou somente nos materiais de aço agendados para chegar ao mesmo e é forçada a ser decidida levando em consideração tanto os materiais de aço que já chegaram ao depósito quanto os materiais de aço que estão agendados para chegar ao mesmo depois. Ou seja, conforme descrito acima, a ordem de transferência no depósito tem que ser obtida levando em consideração a mistura tanto da transferência dos materiais de aço que já chegaram (processo de realocação) que é o fator estático quanto da transferência dos materiais de aço que estão agendados para chegar (processo de recebimento) que é o fator dinâmico. Portanto, somente com o processo de realocação (fator estático), os materiais de aço são transferidos na ordem fisicamente gerenciável levando em consideração o estado empilhado dos materiais de aço, e os materiais de aço são reempilhados, porém, quando o processo de realocação (fator estático) e o processo de recebimento (fator dinâmico) são misturados, é necessário descobrir a temporização de chegada dos materiais de aço a chegar e realizar o processo de realocação levando em consideração a temporização de chegada, e conseqüentemente a temporização do processo de realocação não pode ser facilmente decidida também.

[00032] Em vista dos problemas descritos acima das técnicas convencionais, é um problema importante fazer um plano de transferência em que, considerando a mistura tanto da transferência dos materiais de aço que já chegaram (processo de realocação) que é o fator estático quanto da transferência dos materiais de aço que estão agendados para chegar (processo de recebimento) que é o fator dinâmico, a temporização de chegada dos materiais de aço a chegar é obtida e a temporização do processo de realocação é apropriadamente decidida levando em consideração a temporização de chegada.

[00033] Aqui, uma dificuldade na decisão da ordem de transferência

quando a pilha de entrega é formada misturando-se os materiais de aço a chegar e os materiais de aço que já estão chegando será descrita com base em exemplos.

[00034] A Figura 6 é uma vista que mostra de modo conceitual um primeiro exemplo de criação de pilhas de entrega misturando-se materiais de aço a chegar e materiais de aço que já estão chegando.

[00035] Por exemplo, considere-se um caso em que um material de aço A que é um material que já está chegando precisa ser transferido de uma pilha original Z para uma pilha principal (pilha de entrega) em uma temporização apropriada conforme mostrado na Figura 6. Especificamente, quando um material de aço B (lado inferior: hora de chegada  $T_B$ ) e um material de aço C (lado superior: hora de chegada  $T_C$  ( $> T_B$ )) que, em uma pilha principal X, são dispostos nos lados superior e inferior do material de aço A que é o material que já está chegando são materiais a chegar, a transferência sem qualquer armazenamento temporário é possível se o material de aço A for transferido para a pilha principal X entre essas horas de chegada. A fim de fazer com que isso seja possível, se, no lado superior do material de aço A na pilha original Z que tem o material de aço A, houver um material de aço D que é seu material empilhado superior, o material de aço D precisa ser removido antes da hora de chegada  $T_C$  do material de aço C no mais tardar. Aqui, se o material de aço D também for um material de aço que precisa ser temporariamente armazenado (material para armazenamento temporário), é desejável que o material de aço D, de modo similar ao material de aço A, também seja transferido entre as horas de chegada de um material de aço E (lado inferior: hora de chegada  $T_E$ ) e um material de aço F (lado superior: hora de chegada  $T_F$  ( $> T_E$ )) que são dispostos nos lados superior e inferior do material de aço D em uma pilha principal Y, porém aqui (se o tempo de transferência exigido e assim por diante forem desconsiderados), quando  $T_E < T_C$ , ambos os

materiais A, D para armazenamento temporário que aparecem aqui podem ser diretamente transferidos para a pilha principal Y (pilha de entrega) sem serem temporariamente armazenados novamente. No entanto, quando  $T_E > T_C$ , o material de aço D que sai no lado superior do material de aço A na pilha original Z mesmo no tempo  $T_C$  não pode ser diretamente transferido para a pilha principal Y e tem que ser armazenado temporariamente devido ao fato de que o material de aço E não chegou quando o material de aço C chega.

[00036] A propósito, nesse caso, o material de aço D é temporariamente armazenado, o material de aço A é transferido para a pilha principal X e, após isso, o material de aço C é diretamente transferido para a pilha principal X após chegar, ou o material de aço C que chega primeiro é temporariamente armazenado e depois de o material de aço E chega, o material de aço D é transferido diretamente para a pilha principal Y. Um estado em que a transferência não continua a não ser que qualquer um dos materiais de aço seja armazenado temporariamente em cadeias de transferência mutuamente relacionadas uma a outra como nesse exemplo será chamado de "conflito". Pode-se dizer que o exemplo acima (quando  $T_E > T_C$ ) é um estado em que o conflito que necessita do armazenamento temporário ou do material de aço D ou do material de aço C está ocorrendo. Conforme se pode inferir a partir desse exemplo, esse conflito pode ocorrer em múltiplas cadeias. Isso será descrito com referência à Figura 7.

[00037] A Figura 7 é uma vista que mostra de modo conceitual um segundo exemplo de criação de pilhas de entrega misturando-se materiais de aço a chegar e materiais de aço que já estão chegando.

[00038] Conforme mostrado na Figura 7, a fim de transferir diretamente um material de aço A para uma pilha principal  $X_1$ , é necessário que um material de aço B que é um material empilhado mais

embaixo em uma pilha original  $Y_1$  foi preparado (o material de aço B foi transferido para a pilha principal  $X_1$ ) em um instante em que o material de aço A chega. No entanto, visto que um material de aço C está em um lado superior do material de aço B na pilha original  $Y_1$ , é necessário preparar

[00039] um material de aço D a fim de transferir o material de aço C para uma pilha principal  $X_2$ . No entanto, visto que um material de aço E está em um lado superior do material de aço D em uma pilha original  $Y_2$ , é necessário preparar um material de aço F a fim de transferir o material de aço E para uma pilha principal  $X_3$ . No entanto, visto que o material de aço F ainda não chegou, sua preparação com antecedência não é possível. Ou seja, nessa cadeia, a pilha principal tem que ser criada utilizando-se o último material de aço F primeiro, porém, visto que o material de aço F ainda não chegou, a criação da pilha principal não pode ser iniciada e, portanto, não há escolha a não ser eliminar uma das cadeias (ou seja, realizar o armazenamento temporário) para realizar o trabalho de transferência.

[00040] Visto que os seguintes métodos são possíveis nesse caso, pode-se dizer que esse caso é conflito nos três seguintes padrões.

- O material de aço E é temporariamente armazenado → o material de aço D é preparado → o material de aço C é diretamente transferido (a pilha principal  $X_2$  dos materiais de aço D, C é concluída, o material de aço B é preparado) → o material de aço A é diretamente transferido (a pilha principal  $X_1$  dos materiais de aço B, A é concluída) → o material de aço E é transferido de modo secundário depois que o material de aço F chega (a pilha principal  $X_3$  dos materiais de aço E, F é concluída)

- O material de aço C é armazenado temporariamente → o material de aço B é preparado → o material de aço A é diretamente transferido (a pilha principal  $X_1$  dos materiais de aço B, A é concluída)

→ o material de aço E é transferido de modo secundário depois que o material de aço F chega (a pilha principal  $X_3$  dos materiais de aço E, F é concluída, o material de aço D é preparado) → o material de aço C é transferido de modo secundário (a pilha principal  $X_2$  dos materiais de aço D, C é concluída)

- o material de aço A é armazenado temporariamente → o material de aço E é transferido de modo secundário depois que o material de aço F chega (a pilha principal  $X_3$  dos materiais de aço E, F é concluída, o material de aço D é preparado) → o material de aço C é diretamente transferido (a pilha principal  $X_2$  dos materiais de aço D, C é concluída, o material de aço B é preparado) → o material de aço A é transferido de modo secundário (a pilha principal  $X_1$  dos materiais de aço B, A é concluída)

[00041] Como também é compreendido a partir desse exemplo, tal conflito pode continuar uma vez atrás da outra conforme se segue.

[00042] No instante em que o material de aço A chega, a fim de transferir diretamente o material de aço A para a pilha principal  $X_1$ , a preparação do material de aço B que é o material empilhado mais embaixo da pilha original  $Y_1$  é necessário. Isso se dá devido ao fato de que, na pilha principal  $X_1$ , o material de aço B é o material empilhado mais embaixo e o material de aço A é o material empilhado mais em cima.

[00043] No entanto, visto que o material de aço C está no lado superior do material de aço B, a preparação do material de aço D é necessária a fim de transferir o material de aço C para a pilha principal  $X_2$ . No entanto, visto que o material de aço E está no lado superior do material de aço D, a preparação do material de aço F é necessária a fim de transferir o material de aço E para a pilha principal  $X_3$ . No entanto, o material de aço F ainda não chegou.

[00044] Conforme descrito acima, visto que a própria detecção de como o conflito está ocorrendo não é fácil, é um problema extremamente

complicado determinar qual dos materiais de aço (lotes de transferência) deve ser utilizado para solucionar o estado de cadeia de conflito que pode ocorrer uma vez atrás da outra (para realizar o armazenamento temporário). Aqui, o lote de transferência se refere a um conjunto de materiais de aço que pode ser transferido por um transportador.

[00045] A Literatura de Patente 6 introduz um conceito chamado uma variável de determinação de armazenamento temporário ( $y[p][s_1][s_2]$ ) para formular a ocorrência de armazenamento temporário, tomando uma medida, dessa forma, para minimizar a ocorrência. No entanto, a Literatura de Patente 6 estabelece o problema na premissa de que a pilha já existente no depósito é decomposta para criar a pilha de entrega (pilha principal) conforme descrito acima e não leva em consideração a ordem de transferência e o conflito entre os lotes de transferência no estado em que os materiais a chegar e os materiais que já estão chegando são misturados como nos exemplos anteriores. Portanto, não é nem um pouco possível lidar com o conflito que ocorre entre os materiais a chegar e os materiais que já estão chegando.

[00046] Adicionalmente, quando o armazenamento temporário ocorre, a fim de reduzir o espaço de armazenamento temporário, é necessário alocar os mesmos do modo mais compacto possível, porém nenhum dos documentos mencionados anteriormente ensina uma medida clara para isso.

[00047] Além disso, como uma questão de curso, a aparência de pilha de entrega (aparência de pilha principal) bem como a ordem de transferência é simultaneamente otimizado na Literatura de Patente 6, resultando em um problema de programação matemático em uma escala muito grande mesmo quando o número de alvos for pequeno.

[00048] Em vista dos problemas descritos acima das técnicas convencionais, durante a decisão do plano de ordem de transferência dos materiais de aço no depósito no estado em que os materiais a

chegar e os materiais que já estão chegando são misturados, é necessário reduzir o número de vezes que os materiais de aço são transferidos (ou seja, reduzir o número de vezes de armazenamento temporário) e decidir o plano de ordem de transferência em que o tempo de armazenamento temporário e o tempo de espera na mesa de recebimento são curtos, em um tempo curto para o problema em uma escala real, considerando-se a ocorrência do estado de cadeia dos conflitos que podem ocorrer uma vez atrás da outra conforme descrito acima e determinando-se qual lote de transferência deve ser utilizado para solucionar isso (para realizar o armazenamento temporário).

[00049] Os problemas acima ocorrem não só nos materiais de aço porém em outros materiais de metal que são transferidos em um depósito em forma de placas, bobinas e similares.

[00050] A presente invenção foi feita levando em consideração os problemas descritos acima e seu primeiro objetivo é fazer com que seja possível decidir qual material de metal deve ser temporariamente armazenado mesmo em uma situação em que materiais que já estão chegando que já chegaram a um depósito e materiais a chegar que estão agendados para chegar ao depósito depois são misturados.

[00051] Adicionalmente, um segundo objetivo da presente invenção é reduzir o armazenamento temporário de materiais de metal o máximo possível.

#### SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA

[00052] O aparelho de gerenciamento de depósito da presente invenção é um aparelho de gerenciamento de depósito para fazer com que um transportador transfira materiais de metal que já chegaram a um depósito e materiais de metal que ainda não chegaram ao depósito, em uma unidade de uma unidade de transferência composta de um material de metal ou mais, em que o depósito é um espaço de armazenamento entre etapas onde os materiais de metal que incluem pelo menos um

dentre produtos semifinalizados, produtos finais e contentores são dispostos, e para criar uma pilha principal composta dos materiais de metal empilhados em ordem de empilhamento de acordo com ordem de entrega para uma etapa posterior do depósito, em que o aparelho inclui: um meio de obtenção de informações que obtém externamente informações que incluem: fragmentos de informações de identificação de material de metal que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram e os materiais de metal que ainda não chegaram, para identificar o material de metal relevante; fragmentos de informações de pilha principal que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram e os materiais de metal que ainda não chegaram, incluindo informações para especificar a pilha principal que é um destino de transferência e informações sobre uma posição de empilhamento do material de metal relevante na pilha principal; fragmentos de informações de pilha original que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram, incluindo informações para especificar a qual pilha original composta de materiais de metal empilhados no depósito em um presente momento o material de metal relevante pertence e informações sobre uma posição de empilhamento, na pilha original relevante, do material de metal relevante que já chegou; e fragmentos de informações de hora de chegada agendada que correspondem respectivamente aos materiais de metal que ainda não chegaram, que indicam uma hora de chegada agendada em uma entrada de recebimento do depósito; um meio de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência que estabelece expressões de restrição de tempo de transferência para respectivos materiais de metal-alvo de transferência em que cada um é composto dos materiais de metal no número na unidade de transferência, com base nas informações obtidas pelo meio de obtenção de informações, em que as expressões de restrição de tempo de



transferência são, cada uma, uma expressão de restrição que inclui, como uma variável, pelo menos um dentre um tempo de transferência inicial que é um primeiro tempo de início de transferência e um tempo de transferência final que é um tempo de início de transferência quando a pilha principal for o destino de transferência, em relação ao presente momento e que expressa uma restrição relacionada a um tempo de transferência do material de metal-alvo de transferência pelo transportador; um meio de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência que estabelece funções objetivas de tempo de transferência para os respectivos materiais de metal-alvo de transferência, com base nas informações obtidas pelo meio de obtenção de informações, em que as funções objetivas de tempo de transferência são, cada uma, uma função objetiva que inclui, como uma variável, pelo menos um dentre o tempo de transferência inicial e o tempo de transferência final e que expressa um tempo durante o qual o material de metal-alvo de transferência fica em um curso para ser transferido para a pilha principal; um meio de cálculo de solução ótima de tempo de transferência que calcula, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência, um valor ótimo do tempo de transferência inicial e um valor ótimo do tempo de transferência final de modo a satisfazer a expressão de restrição de tempo de transferência e minimizar um valor da função objetiva de tempo de transferência; e um meio de decisão de pilha temporária que determina, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência, se o material de metal-alvo de transferência relevante precisa ou não ser temporariamente armazenado no depósito para formar uma pilha temporária antes de ser disposto na pilha principal, com base no valor ótimo do tempo de transferência inicial e no valor ótimo do tempo de transferência final e decide o material de metal-alvo de transferência que deve ser um alvo do armazenamento temporário.

[00053] O método de gerenciamento de depósito da presente invenção é um método de gerenciamento de depósito para fazer com que um transportador transfira materiais de metal que já chegaram a um depósito e materiais de metal que ainda não chegaram ao depósito, em uma unidade de uma unidade de transferência composta de um material de metal ou mais, em que o depósito é um espaço de armazenamento entre etapas onde os materiais de metal que incluem pelo menos um dentre produtos semifinalizados, produtos finais e contentores são dispostos, e para criar uma pilha principal composta dos materiais de metal empilhados em ordem de empilhamento de acordo com ordem de entrega para uma etapa posterior do depósito, em que o método inclui: uma etapa de obtenção de informações para obter externamente informações que inclui: fragmentos de informações de identificação de material de metal que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram e os materiais de metal que ainda não chegaram, para identificar o material de metal relevante; fragmentos de informações de pilha principal que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram e os materiais de metal que ainda não chegaram, incluindo informações para especificar a pilha principal que é um destino de transferência e informações sobre uma posição de empilhamento do material de metal relevante na pilha principal; fragmentos de informações de pilha original que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram, incluindo informações para especificar a qual pilha original composta de materiais de metal empilhados no depósito em um presente momento o material de metal relevante pertence e informações sobre uma posição de empilhamento, na pilha original relevante, do material de metal relevante que já chegou; e fragmentos de informações de hora de chegada agendada que correspondem respectivamente aos materiais de metal que ainda não chegaram, que indicam uma hora de chegada

agendada em uma entrada de recebimento do depósito; uma etapa de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência para estabelecer expressões de restrição de tempo de transferência para respectivos materiais de metal-alvo de transferência em que cada um é composto dos materiais de metal no número na unidade de transferência, com base nas informações obtidas na etapa de obtenção de informações, em que as expressões de restrição de tempo de transferência são, cada uma, uma expressão de restrição que inclui, como uma variável, pelo menos um dentre um tempo de transferência inicial que é um primeiro tempo de início de transferência e um tempo de transferência final que é um tempo de início de transferência quando a pilha principal for o destino de transferência, em relação ao presente momento e que expressa uma restrição relacionada a um tempo de transferência do material de metal-alvo de transferência pelo transportador; uma etapa de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência para estabelecer funções objetivas de tempo de transferência para os respectivos materiais de metal-alvo de transferência, com base nas informações obtidas na etapa de obtenção de informações, em que as funções objetivas de tempo de transferência são, cada uma, uma função objetiva que inclui, como uma variável, pelo menos um dentre o tempo de transferência inicial e o tempo de transferência final e que expressa um tempo durante o qual o material de metal-alvo de transferência fica em um curso para ser transferido para a pilha principal; um meio de cálculo de solução ótima de tempo de transferência que calcula, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência, um valor ótimo do tempo de transferência inicial e um valor ótimo do tempo de transferência final de modo a satisfazer a expressão de restrição de tempo de transferência e minimizar um valor da função objetiva de tempo de transferência; e uma etapa de decisão de pilha temporária para determinar, para cada um dos materiais de

metal-alvo de transferência, se o material de metal-alvo de transferência relevante precisa ou não ser temporariamente armazenado no depósito para formar uma pilha temporária antes de ser disposto na pilha principal, com base no valor ótimo do tempo de transferência inicial e no valor ótimo do tempo de transferência final e decide o material de metal-alvo de transferência que deve ser um alvo do armazenamento temporário.

[00054] O programa de computador da presente invenção é um programa de computador que faz com que um computador execute processos de gerenciamento de depósito para fazer com que um transportador transfira materiais de metal que já chegaram a um depósito e materiais de metal que ainda não chegaram ao depósito, em uma unidade de uma unidade de transferência composta de um material de metal ou mais, em que o depósito é um espaço de armazenamento entre etapas onde os materiais de metal que incluem pelo menos um dentre produtos semifinalizados, produtos finais e contentores são dispostos, e para criar uma pilha principal composta dos materiais de metal empilhados em ordem de empilhamento de acordo com ordem de entrega para uma etapa posterior do depósito, em que o programa de computador faz com que o computador execute: uma etapa de obtenção de informações para obter externamente informações que inclui: fragmentos de informações de identificação de material de metal que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram e os materiais de metal que ainda não chegaram, para identificar o material de metal relevante; fragmentos de informações de pilha principal que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram e os materiais de metal que ainda não chegaram, incluindo informações para especificar a pilha principal que é um destino de transferência e informações sobre uma posição de empilhamento do material de metal relevante na pilha principal; fragmentos de

informações de pilha original que correspondem respectivamente aos materiais de metal que já chegaram, incluindo informações para especificar a qual pilha original composta de materiais de metal empilhados no depósito em um presente momento o material de metal relevante pertence e informações sobre uma posição de empilhamento, na pilha original relevante, do material de metal relevante que já chegou; e fragmentos de informações de hora de chegada agendada que correspondem respectivamente aos materiais de metal que ainda não chegaram, que indicam uma hora de chegada agendada em uma entrada de recebimento do depósito; uma etapa de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência para estabelecer expressões de restrição de tempo de transferência para respectivos materiais de metal-alvo de transferência em que cada um é composto dos materiais de metal no número na unidade de transferência, com base nas informações obtidas na etapa de obtenção de informações, em que as expressões de restrição de tempo de transferência são, cada uma, uma expressão de restrição que inclui, como uma variável, pelo menos um dentre um tempo de transferência inicial que é um primeiro tempo de início de transferência e um tempo de transferência final que é um tempo de início de transferência quando a pilha principal for o destino de transferência, em relação ao presente momento e que expressa uma restrição relacionada a um tempo de transferência do material de metal-alvo de transferência pelo transportador; uma etapa de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência para estabelecer funções objetivas de tempo de transferência para os respectivos materiais de metal-alvo de transferência, com base nas informações obtidas na etapa de obtenção de informações, em que as funções objetivas de tempo de transferência são, cada uma, uma função objetiva que inclui, como uma variável, pelo menos um dentre o tempo de transferência inicial e o tempo de transferência final e que expressa

um tempo durante o qual o material de metal-alvo de transferência fica em um curso para ser transferido para a pilha principal; uma etapa de cálculo de solução ótima de tempo de transferência para calcular, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência, um valor ótimo do tempo de transferência inicial e um valor ótimo do tempo de transferência final de modo a satisfazer a expressão de restrição de tempo de transferência e minimizar um valor da função objetiva de tempo de transferência; e uma etapa de decisão de pilha temporária para determinar, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência, se o material de metal-alvo de transferência relevante precisa ou não ser temporariamente armazenado no depósito para formar uma pilha temporária antes de ser disposto na pilha principal, com base no valor ótimo do tempo de transferência inicial e no valor ótimo do tempo de transferência final e decide o material de metal-alvo de transferência que deve ser um alvo do armazenamento temporário.

#### EFEITOS VANTAJOSOS DA INVENÇÃO

[00055] De acordo com a presente invenção, os valores ótimos do tempo de transferência inicial e do tempo de transferência final de cada um dos materiais de metal-alvo de transferência são obtidos. Portanto, mesmo quando tantos materiais de metal que já chegaram ao depósito quanto materiais de metal que ainda não chegaram ao depósito existirem, é possível determinar qual dos materiais de metal-alvo de transferência deve ser utilizado para armazenamento temporário (para quebrar o estado de cadeia de conflito).

[00056] Adicionalmente, de acordo com os outros recursos da presente invenção, o material de metal-alvo de transferência que deve ser o alvo do armazenamento temporário é especificado a partir dos valores ótimos do tempo de transferência inicial e do tempo de transferência final, e a disposição do material de metal-alvo de transferência na pilha temporária é decidida de modo que o número das

pilhas temporárias seja reduzido. Portanto, é possível reduzir o armazenamento temporário dos materiais de metal-alvo de transferência o máximo possível.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00057] [A Figura 1] A Figura 1 é um diagrama que mostra um exemplo de uma estrutura funcional de um aparelho de gerenciamento de depósito.

[00058] [A Figura 2] A Figura 2 é um fluxograma para explicar um exemplo de processos realizados pelo aparelho de gerenciamento de depósito.

[00059] [A Figura 3] A Figura 3 é um fluxograma para explicar detalhes de um processo de decisão de tempo de transferência na Etapa S203 na Figura 2.

[00060] [A Figura 4] A Figura 4 é um fluxograma para explicar detalhes de um processo de decisão de pilha temporária na Etapa S204 na Figura 2.

[00061] [A Figura 5] A Figura 5 é uma vista que mostra um exemplo de gabarito de um depósito.

[00062] [A Figura 6] A Figura 6 é uma vista que mostra de modo conceitual um primeiro exemplo para criar pilhas de entrega misturando-se materiais de aço a chegar e materiais de aço que já estão chegando.

[00063] [A Figura 7] A Figura 7 é uma vista que mostra de modo conceitual um segundo exemplo de criação de pilhas de entrega misturando-se materiais de aço a chegar e materiais de aço que já estão chegando.

[00064] [A Figura 8] A Figura 8 é um diagrama que mostra um exemplo de uma configuração de hardware do aparelho de gerenciamento de depósito.

#### DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES

#### (ESSÊNCIA DESSA MODALIDADE)

[00065] Conforme descrito acima, a respeito do estado de cadeia do conflito (em que estado de conflito significa qual lote de transferência deve ser temporariamente armazenado em um caso em que as cadeias de transferência não continuam a não ser que alguns dos lotes de transferência sejam armazenados temporariamente, nas cadeias de transferência relacionadas uma a outra) que pode ocorrer uma vez atrás da outra, é um problema muito difícil determinar qual lote de transferência deve ser utilizado para solucionar isso (para realizar o armazenamento temporário) devido ao fato de que a própria detecção de como o conflito está ocorrendo não é fácil.

[00066] Essa modalidade propõe um método para resolver de modo muito racional esse problema em uma forma de uma solução de um problema de programação matemático formulando-se o estado de cadeia do conflito através de um método engenhoso descrito posteriormente.

[00067] Nessa modalidade, a fim de formular o estado de cadeia do conflito, duas variáveis, ou seja, um tempo de transferência inicial (primário) e um tempo de transferência final (secundário), são definidas para cada lote de transferência. O uso dessas variáveis habilita uma expressão mais simples de um fenômeno de cadeia complicado do conflito por uma expressão numérica. O conflito ocorre quando os seguintes princípios físicos não podem ser satisfeitos em um curso para criar uma pilha principal a partir de um estado de uma pilha original no presente momento.

[00068] Especificamente, o armazenamento temporário de lotes de transferência presentes em uma pilha original não ocorre se um lote de transferência existente puder ser diretamente transferido da pilha original para a pilha principal de acordo com a ordem que "(1): lotes de transferência presentes na pilha original são (decompostos) transferidos em ordem a partir de um lado superior e "(2): lotes de transferência



transferidos para a mesma pilha principal são (criados) transferidos em ordem a partir de um localizado em um lado inferior da pilha principal e um lote de transferência a chegar pode ser transferido diretamente para a pilha principal a partir de uma mesa de transferência de acordo com a ordem mencionada anteriormente. No entanto, visto que não é necessariamente possível transferir os lotes de transferência nas ordens (1), (2), o armazenamento temporário ou o estado de cadeia do conflito ocorre.

[00069] Adicionalmente, o fato seguinte é outra chave para a formulação. "Qualquer lote de transferência pode ser transferido para uma pilha principal através de somente duas operações de transferência no máximo", ou seja, qualquer lote de transferência pode ser transferido a partir de um espaço de armazenamento temporário (pilha original) ou da mesa de transferência para a pilha principal diretamente ou após ser temporariamente armazenado uma vez. Isso se dá devido ao fato de que, se o mesmo for armazenado temporariamente uma vez, o mesmo tem que esperar somente até a preparação para sua transferência para a pilha principal é concluída e, portanto, não precisa ser temporariamente armazenado duas vezes ou mais. No entanto, consideração para impedir a ocorrência do armazenamento temporário durante a transferência da pilha temporária para a pilha principal é necessária (referir-se a restrições (uma expressão (13—1) de ordem de empilhamento (aparência) para uma expressão (13-3)).

[00070] Na seguinte descrição, a primeira transferência será chamada transferência primária e a transferência final será chamada transferência secundária. É uma questão de curso que a transferência primária e a transferência secundária sejam as mesmas quando a transferência direta para a pilha principal for possível sem qualquer armazenamento temporário.

[00071] Considerando o fato descrito acima, é possível expressar se o estado de cadeia do conflito é possível ou não de ocorrer, se os dois princípios seguintes forem formulados precisamente.

(1'): Lotes de transferência em uma pilha original precisam ser "primariamente" transferidos em ordem a partir de um localizado em um lado superior (restrição de decomposição de pilha original).

(2'): Lotes de transferência transferidos para a mesma pilha principal precisam ser transferidos "de modo secundário" em ordem a partir de um que deve estar localizado em um lado inferior da pilha principal (restrição de criação de pilha principal).

[00072] Para informações adicionais, o ponto desse método de expressão é que a transferência em (1') é a transferência "primária" e a transferência em (2') é a transferência "secundária". Conforme descrito acima, visto que "qualquer lote de transferência pode ser transferido para uma pilha principal através de somente duas operações de transferência no máximo", se o armazenamento temporário ocorre ou não (se a transferência é necessária ou não duas vezes) depende se a transferência "primária" e a transferência "secundária" são ou não as mesmas. Ou seja, no momento da transferência de um lote de transferência de uma pilha original para uma pilha principal, quando o lote de transferência pode ser diretamente transferido, a transferência "primária" e a transferência "secundária" são a mesma. Por outro lado, quando o lote de transferência é transferido para a pilha principal após ser temporariamente armazenado uma vez, a transferência "primária" e a transferência "secundária" são diferentes.

[00073] Portanto, a transferência do lote de transferência decompondo-se a pilha original é a transferência primária, e a transferência do lote de transferência para a pilha principal é a transferência secundária. Portanto, se (1') e (2') podem ser formulados, o estado de cadeia do conflito, se houver, é expresso, e, utilizando-se

os mesmos, as condições de restrição e estabelecimento de uma função objetiva apropriada (por exemplo, uma função objetiva para minimizar o tempo de armazenamento temporário ou similares) para solucionar o conflito, uma solução em que o tempo de transferência inicial (primário) e o tempo de transferência final (secundário) não coincidem entre si em um dos lotes de transferência é derivada e, portanto, observa-se que esse lote é um alvo do armazenamento temporário.

[00074] Adicionalmente, nessa modalidade, estabelecendo-se o "tempo" de transferência não a "ordem" de transferência como a variável diferente da técnica descrita na Literatura de Patente 6, é possível expressar propriamente o conflito entre materiais que já estão chegando e materiais a chegar cuja hora de chegada é importante.

[00075] Conforme descrito acima, nessa modalidade, duas variáveis contínuas (não distintas), ou seja, o tempo de transferência inicial (primário) e o tempo de transferência final (secundário), são preparadas para um dado lote de transferência, e as mesmas são utilizadas para estabelecer (1') e (2') como as condições de restrição e para estabelecer uma redução no número de vezes que o material de aço é transferido (ou seja, uma redução no número de vezes de armazenamento temporário) e uma redução no tempo de armazenamento temporário e no tempo de espera na mesa de recebimento como uma função objetiva (avaliação), que faz com que seja possível fazer um problema de otimização a respeito da ordem de transferência dos lotes de transferência acompanhada pelo estado de cadeia do conflito resultar no problema de programação matemático e preparar "um plano de transferência desejável" em que o número de vezes que os materiais de aço são transferidos seja pequeno (ou seja, o número de vezes de armazenamento temporário é pequeno) e o tempo de armazenamento temporário e o tempo de espera na mesa de recebimento são curtos, na forma de uma solução de um problema matemático, sem ter trabalho de

verificar cada conflito.

(DETALHES DESSA MODALIDADE)

[00076] Doravante, uma modalidade da presente invenção será descrita com referência aos desenhos, com um espaço de armazenamento entre etapas em um processo de fabricação de aço que é um processo de fabricação de metal que é estabelecido como um espaço de armazenamento entre etapas, e com um material de aço que é estabelecido como um material de metal.

[00077] A Figura 1 é um diagrama que mostra um exemplo de uma estrutura funcional de um aparelho de gerenciamento de depósito 100 em um processo de produção de aço ou similares dessa modalidade. Hardware do aparelho de gerenciamento de depósito pode ser realizado, por exemplo, com uso de um sistema de computador (por exemplo, um computador pessoal) que inclui uma CPU, uma ROM, uma RAM, um HDD, uma interface de comunicação, uma interface de usuário e assim por diante. Adicionalmente, a Figura 2 é um fluxograma para explicar um exemplo de processos realizados pelo aparelho de gerenciamento de depósito 100, A Figura 3 é um fluxograma para explicar detalhes de um processo de decisão de tempo de transferência na Etapa S203 na Figura 2, e A Figura 4 é um fluxograma para explicar detalhes de um processo de decisão de pilha temporária na Etapa S204 na Figura 2.

<SEÇÃO DE OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES DE MATERIAL DE AÇO 110 (ETAPA S201)>

[00078] Uma seção de obtenção de informações de material de aço 110 recebe informações de material de aço a respeito de materiais de aço que são alvo de classificação de pilha de um computador de sistema de gerenciamento de aço 200 que é um banco de dados a respeito dos materiais de aço em geral, tal como um computador de negócios. Especificamente, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 recebe as informações de material de aço que incluem

informações de identificação de material de aço e informações sobre um número de pilha principal, uma posição de empilhamento de pilha principal, e um tamanho de material de aço, a respeito de todos os materiais de aço a serem transferidos. O número de pilha principal são informações que especificam uma pilha principal (pilha de entrega) a qual um material de aço-alvo é transferido. A posição de empilhamento de pilha principal são informações que indicam uma posição de empilhamento do material de aço a ser transferido na pilha principal. Assim, nessa modalidade, uma pilha principal em que cada um dos materiais de aço a serem transferidos deve ser empilhado e em qual posição a partir do topo (fundo) da pilha principal esse material de aço deve ser empilhado são estabelecidas com antecedência. O tamanho de material de aço são informações sobre espessura, largura e comprimento do material de aço.

[00079] Adicionalmente, a respeito de materiais que já estão chegando que são materiais de aço que já chegaram a um depósito, as informações de material de aço incluem adicionalmente informações sobre um número de pilha original e uma posição de empilhamento de pilha original. O número de pilha original são informações que especificam uma pilha original em que um material de aço-alvo (material que já está chegando) é empilhado. A posição de empilhamento de pilha original são informações que indicam uma posição de empilhamento do material de aço-alvo (material que já está chegando) na pilha original.

[00080] Adicionalmente, quando alguns materiais de aço são entregues durante uma zona de tempo quando o material de aço que é um alvo da classificação de pilha é recebido, informações sobre os tempos de entrega desses materiais de aço são recebidas.

[00081] Por outro lado, a respeito de materiais a chegar que são materiais de aço que ainda não chegaram ao depósito, as informações de material de aço incluem a hora de chegada agendada na mesa de

recebimento e posições de empilhamento (ordem de empilhamento) dos materiais de aço recebidos na mesa de recebimento. A posição de empilhamento de recebimento são informações que indicam posições de empilhamento (ordem de empilhamento) dos materiais de aço em uma pilha onde os materiais de aço-alvo são empilhados, em uma entrada de recebimento (mesa de recebimento X ou Y (A Figura 5)).

[00082] Adicionalmente, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 recebe, do computador de sistema de gerenciamento de material de aço 200, uma Ponderação de coeficiente de ajuste (referir-se a uma expressão (10)) para equilibrar duas funções objetivas  $J_1$ ,  $J_2$  descritas posteriormente e informações sobre um endereço vazio no depósito, além das informações de material de aço. Aqui, o endereço é decidido por uma coluna e uma fileira tal como, por exemplo, os números em parênteses (11), (12), (21) e (22) anexos aos espaços de armazenamento 501 a 504 na Figura 5.

[00083] Com base nas informações de material de aço recebidas, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 discrimina uma porção, na pilha original, que tem a mesma pilha aparência que aquela da pilha principal, e exclui a porção, na pilha original, que tem a mesma pilha aparência que aquela da pilha principal da pilha original (alvo do cálculo seguinte). Especificamente, o aparelho de gerenciamento de depósito 100 dessa modalidade utiliza somente uma porção temporariamente armazenada no presente momento (porção diferente da pilha principal) na pilha original, como um alvo do cálculo (otimização) do tempo de transferência. Na descrição abaixo, uma porção chamada de "pilha original" se refere à porção na pilha original com exceção da porção que tem a mesma pilha aparência que aquela da pilha principal. Observe que, nessa modalidade, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 exclui a porção, na pilha original, que tem a mesma pilha aparência que aquela da pilha principal. No

entanto, isso nem sempre é necessário. Ou seja, o computador de sistema de gerenciamento de material de aço 200 pode excluir a porção, na pilha original, que tem a mesma pilha aparência que aquela da pilha principal e transmite, para o aparelho de gerenciamento de depósito 100, informações sobre a pilha original restante como as informações sobre a pilha original.

[00084] Quando um transportador que transfere os materiais de aço no depósito pode transferir dois materiais de aço ou mais de uma vez, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 emite, para uma seção de geração de informações de lote de transferência 120 descrita posteriormente, as informações de identificação de material de aço e "o número de pilha principal, a posição de empilhamento de pilha principal, o número de pilha original - a posição de empilhamento de pilha original (ou a hora de chegada agendada - a posição de empilhamento de recebimento), e o tamanho de material de aço" ligados às informações de identificação de material de aço.

[00085] Por outro lado, quando o transportador pode transferir somente um material de aço de uma vez, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 emite as informações de identificação de material de aço para uma seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131.

[00086] Adicionalmente, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 emite, para uma seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132, as informações de identificação de material de aço e "o número de pilha principal, a posição de empilhamento de pilha principal, e o número de pilha original - a posição de empilhamento de pilha original (ou a hora de chegada agendada)" ligados às informações de identificação de material de aço. Aqui, quando existem materiais de aço a serem entregues durante uma zona de tempo quando o material de aço que é um alvo da classificação

de pilha é recebido, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 emite os tempos de entrega desses materiais de aço (os tempos de entrega ligados aos fragmentos das informações de identificação de material de aço desses materiais de aço) para a seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132, junto com o número de pilha principal, a posição de empilhamento de pilha principal, e o número de pilha original - a posição de empilhamento de pilha original (ou a hora de chegada agendada).

[00087] Adicionalmente, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 emite as informações de identificação de material de aço, "o número de pilha original - a posição de empilhamento de pilha original (ou a hora de chegada agendada)" ligados às informações de identificação de material de aço e o coeficiente de ajuste para uma seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133.

[00088] Adicionalmente, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 emite, para uma seção de geração de instrução de trabalho de transferência 150, as informações de identificação de material de aço, "o número de pilha principal, a posição de empilhamento de pilha principal, e o número de pilha original - a posição de empilhamento de pilha original (ou a hora de chegada agendada)" ligados às informações de identificação de material de aço, e as informações sobre o endereço vazio no depósito.

[00089] Adicionalmente, a seção de obtenção de informações de material de aço 110 emite, para uma seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142, as informações de material de aço, "o número de pilha principal, a posição de empilhamento de pilha principal, o número de pilha original - a posição de empilhamento de pilha original (ou a hora de chegada agendada) e o tamanho de material de aço" ligados às informações de identificação de material de



aço.

[00090] A seção de obtenção de informações de material de aço 110 obtém os fragmentos mencionados anteriormente de informações a partir do computador de sistema de gerenciamento de material de aço 200 em, por exemplo, em intervalos de vários minutos. Cada vez que as informações são levadas para a seção de obtenção de informações de material de aço 110, as seguintes seções ativam.

[00091] A seção de obtenção de informações de material de aço 110 pode ser realizada, por exemplo, pela interface de comunicação do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que recebe os fragmentos mencionados anteriormente de informações e pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com uso da RAM como uma área de trabalho.

<SEÇÃO DE GERAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE LOTE DE TRANSFERÊNCIA 120 (ETAPA S202)>

[00092] A seção de geração de informações de lote de transferência 120 ativa quando o transportador pode transferir dois materiais de aço ou mais de uma vez. A partir da aparência de empilhamento na mesa de transferência no caso de materiais a chegar e a partir da aparência de pilha original no caso de materiais que já estão chegando, a seção de geração de informações de lote de transferência 120 divide os materiais de aço que tem a aparência de empilhamento em conjuntos dos materiais de aço para o transportador tal como um guindaste para transferência (ou seja, os lotes de transferência). A divisão nos lotes de transferência é realizada com base na seguinte regra, por exemplo.

[00093] Especificamente, a seção de geração de informações de lote de transferência 120 verifica a ordem de empilhamento em ordem a partir de um material de aço na camada de topo na direção de uma camada inferior de uma rima (pilha) que é um alvo da transferência, e uma faixa em que a ordem de empilhamento verificada concorda com a

ordem de empilhamento na pilha principal e que pode ser compreendido pelo transportador em vista de peso e tamanho é estabelecida como uma unidade de transferência (lote de transferência). Aqui, a faixa que pode ser compreendida significa uma faixa limitada do peso e da espessura que o transportador pode transferir (por exemplo, que pode ser pendurado do guindaste). Então, a seção de geração de informações de lote de transferência 120 realiza a mesma operação começando a partir de um material de aço subsequente (material de aço em um lado inferior do) ao material de aço final (material de aço na camada mais inferior) na unidade que é estabelecida como a unidade de transferência através da operação descrita acima de gerar (classificar na) a unidade de transferência (lote de transferência) e gera um novo lote de transferência novamente. A seção de geração de informações de lote de transferência 120 repete tal operação até que um lote de transferência que inclui um material de aço na camada mais inferior da rima (pilha) que é o alvo da transferência seja gerado. Adicionalmente, a seção de geração de informações de lote de transferência 120 realiza a operação acima individualmente para todas as pilhas na mesa de recebimento e as pilhas originais no depósito.

[00094] A seção de geração de informações de lote de transferência 120 divide os materiais de aço na rima que é o alvo da transferência nos vários lotes de transferência da maneira descrita acima.

[00095] Observe que, quando o transportador pode transferir somente um material de aço de uma vez, cada lote de transferência é composto de um material de aço.

[00096] A seção de geração de informações de lote de transferência 120 pode ser realizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com uso da RAM como uma área de trabalho.

<SEÇÃO DE DECISÃO DE TEMPO DE TRANSFERÊNCIA 130

(ETAPA S203)>

[00097] Uma seção de decisão de tempo de transferência 130 decide valores ótimos  $k_{it_{opt}[i]}$ ,  $k_{ft_{opt}[i]}$  do tempo de transferência inicial (primário)  $k_{it}[i]$  e do tempo de transferência final (secundário)  $k_{ft}[i]$  para todos os materiais de aço (ou lotes de transferência)  $i$  a serem transferidos. Como funções para a mesma, a seção de decisão de tempo de transferência 130 tem a seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131, a seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132, a seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133 e uma seção de cálculo de solução ótima de tempo de transferência 134. Doravante, exemplos das funções que as respectivas seções têm serão descritos. Observe que, na seguinte descrição, "o material de aço (ou lote de transferência)  $i$  a ser transferido" será chamado de "o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$ " quando necessário.

[SEÇÃO DE ESTABELECIMENTO DE VARIÁVEL DE TEMPO DE TRANSFERÊNCIA 131 (ETAPAS S301, S302)]

[00098] Quando o transportador pode transferir somente um material de aço de uma vez, a seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131 obtém as informações de identificação de material de aço a partir da seção de obtenção de informações de material de aço 110. Por outro lado, quando o transportador pode transferir dois materiais de aço ou mais de uma vez, a seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131 obtém as informações de identificação de lote de transferência a partir da seção de geração de informações de lote de transferência 120.

[00099] Então, a seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131 decide variáveis de decisão que servem como variáveis no cálculo otimização descrito posteriormente da seguinte maneira.

(i) Tempo de Transferência Inicial ( $k_{it}[i]$ ) de Material de Aço-

Alvo (Lote) i

[000100] Para um material chegar, o tempo quando sua transferência para o depósito é primeiramente iniciada (o tempo quando seu armazenamento temporário ou armazenamento principal é iniciado) após o mesmo chegar à entrada de recebimento tal como a mesa de recebimento é o tempo de transferência inicial ( $k_{it[i]}$ ) do material de aço-alvo de transferência (lote) i. Por outro lado, para um material que já está chegando, o tempo quando sua transferência de um lugar onde o mesmo é colocado no presente momento é primeiramente indicado é o tempo de transferência inicial ( $k_{it[i]}$ ) do material de aço-alvo de transferência (lote) i.

(ii) Tempo de transferência final ( $k_{ft[i]}$ ) de Material de aço-alvo de Transferência (Lote) i

[000101] Para o material de aço-alvo de transferência (lote) i, o tempo quando sua transferência para a pilha principal (pilha de entrega) é iniciado (o tempo quando seu armazenamento principal é iniciado) é o tempo de transferência final ( $k_{ft[i]}$ ) do material de aço-alvo de transferência (lote) i.

[000102] A seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131 dá as informações de identificação de material de aço ou as informações de identificação de lote de transferência a i do tempo de transferência inicial ( $k_{it[i]}$ ) e do tempo de transferência final ( $k_{ft[i]}$ ) do material de aço-alvo de transferência (lote) i, estabelecendo, dessa forma, o tempo de transferência inicial ( $k_{it[i]}$ ) e o tempo de transferência final ( $k_{ft[i]}$ ) do material de aço-alvo de transferência (lote) i. Consequentemente, "o tempo de transferência inicial ( $k_{it[i]}$ ) e o tempo de transferência final ( $k_{ft[i]}$ ) do material de aço-alvo de transferência (lote) i" do mesmo número que o número dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) i são gerados.

[000103] A seção de estabelecimento de variável de tempo de

transferência 131 pode ser realizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com uso da RAM como uma área de trabalho.

[SEÇÃO DE ESTABELECIMENTO DE EXPRESSÃO DE RESTRIÇÃO DE TEMPO DE TRANSFERÊNCIA 132 (ETAPAS S303 A S308)]

[000104] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 estabelece as seguintes expressões de restrição de transferência básicas que devem ser satisfeitas pelas variáveis de decisão ( $k_{it}[i]$ ,  $k_{ft}[i]$ ) estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131 (que pertencem à definição das variáveis).

(i) Restrição de Relação Básica de Tempo de Transferência (Etapa S303)

[000105] A restrição de relação básica de tempo de transferência representa uma relação básica entre o tempo de transferência inicial ( $k_{it}[i]$ ) e o tempo de transferência final ( $k_{ft}[i]$ ) do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$ . Concretamente, a restrição básica de tempo de transferência é uma restrição que define a relação de ambos, que, para qualquer um dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$ , a variável de tempo de transferência inicial ( $k_{it}[i]$ ) não é posterior à variável de tempo de transferência final ( $k_{ft}[i]$ ). Portanto, uma expressão de restrição de relação básica de tempo de transferência é representada pela seguinte expressão (1).

Para um dado lote de transferência  $i$ ,  $k_{it}[i] \leq k_{ft}[i] \dots (1)$

[000106] Conforme descrito previamente, quando o lote de transferência  $i$  pode ser diretamente transferido para a pilha principal, a variável de tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  e a variável de tempo de transferência final  $k_{ft}[i]$  são idênticas. Ou seja, o sinal de igualdade na expressão (1) é válido.

[000107] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 dá à expressão (1) as variáveis de decisão ( $k_{it}[i]$ ,  $k_{ft}[i]$ ) estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131, estabelecendo-se, dessa forma, a expressão de restrição de relação básica de tempo de transferência.

(ii) Primeira Expressão de Restrição de Tempo de Transferência Inicial para Lote a Chegar (Etapa S304)

[000108] Uma primeira restrição de tempo de transferência inicial para lote a chegar é uma restrição do tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  com base na "hora de chegada agendada na mesa de recebimento" de um material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  a chegar. Concretamente, a primeira restrição de tempo de transferência inicial para o lote a chegar é uma restrição física do tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  que o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  a chegar pode ser inicialmente transferido para o depósito somente no ou após o tempo de recebimento (a hora de chegada à entrada de recebimento (por exemplo, a mesa de recebimento) do depósito de uma etapa a montante). Portanto, uma primeira expressão de restrição de tempo de transferência inicial para o lote a chegar é expressa pela seguinte expressão (2).

$$k_{it}[i] \geq \text{arrival\_t}(i) \dots (2)$$

[000109] Na expressão (2),  $\text{arrival\_t}(i)$  é a hora de chegada agendada do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  na mesa de recebimento. Conforme descrito acima,  $\text{arrival\_t}(i)$  é obtido com antecedência pela seção de obtenção de informações de material de aço 110.

[000110] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 dá à expressão (2) a variável de decisão para o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  a chegar fora a partir

das variáveis de decisão ( $k_{it}[i]$ ,  $k_{ft}[i]$ ), que são estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 132, e sua hora de chegada agendada  $arrival\_t(i)$  na mesa de recebimento recebida da seção de obtenção de informações de material de aço 110, estabelecendo, dessa forma, a expressão de restrição de tempo de transferência inicial para o lote a chegar.

[000111] (iii) Segunda Expressão de Restrição de Tempo de Transferência Inicial para o Lote a Chegar (Etapa S305)

[000112] Uma segunda restrição de tempo de transferência inicial para o lote a chegar é uma restrição do tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  com base na ordem de recebimento inicial dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  a chegar. O recebimento inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  a chegar é um processo de transferência realizado imediatamente após da chegada e, em geral, a ordem de chegada à mesa de recebimento que serve como a entrada de recebimento não pode ser mudada. Portanto, essa modalidade adota, como a segunda restrição de tempo de transferência inicial para o lote a chegar, uma restrição que o tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  é restringido pela ordem de chegada. Uma segunda de expressão de restrição de transferência inicial para o lote a chegar é representada pela seguinte expressão (3).

$$k_{it}[i_x] + transf\_time \leq k_{it}[i_{x+1}] \dots (3)$$

[000113] Na expressão (3),  $transf\_time$  é o tempo necessário para a transferência pelo transportador. Nessa modalidade, como o tempo de transferência necessário  $transf\_time$  pelo transportador, um tempo de transferência médio por uma transferência pelo transportador é armazenado no aparelho de gerenciamento de depósito 100 com antecedência. Adicionalmente, na expressão (3), um material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_x$  a chegar que chega próximo ao material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_{x+1}$  a chegar é representado por  $i_{x+1}$ .

[000114] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 dá à expressão (3) as variáveis de decisão para os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  a chegada dentre as variáveis de decisão ( $k_{it}[i]$ ,  $k_{ft}[i]$ ), que são estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131, e o tempo de transferência necessário ( $transf\_time$ ) pelo transportador, estabelecendo, dessa foram, a segunda expressão de restrição de tempo de transferência inicial para o lote a chegar.

(iv) Expressão de Restrição de Tempo de Transferência Inicial Para o Lote que já Está Chegando (Etapa S306)

[000115] Uma restrição de tempo de transferência inicial para lote que já está chegando é uma restrição do tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  com base na ordem de transferência inicial de materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que já chegaram. Concretamente, a restrição de tempo de transferência inicial para o lote que já está chegando é uma restrição que a ordem de transferência inicial dos materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes)  $i$  cuja pilha original é a mesma é restringido pela ordem de empilhamento na pilha original (ou seja, a transferência inicial (decomposição) pode ser iniciada somente a partir do material de aço-alvo de transferência (lote) localizado no topo em uma pilha original  $m_x$ ). Portanto, uma expressão de restrição de tempo de transferência inicial para lote que já está chegando é representada pela seguinte expressão (4).

$$k_{it}[m_{xi}] + transf\_time \leq k_{it}[m_{xi+1}] \dots (4)$$

[000116] Na expressão (4), dentre os materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes)  $i$  que têm uma relação vertical na mesma pilha original  $m_x$ , uma pilha localizada em um lado superior é representada por  $m_{xi}$  e uma pilha localizada em um lado inferior da mesma é representada por  $m_{xi+1}$ .

[000117] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de



tempo de transferência 132 dá à expressão (4) as variáveis de decisão para os materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes)  $i$  dentre as variáveis de decisão ( $k_{it}[i]$ ), que são estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131, e o tempo de transferência necessário ( $transf\_time$ ) pelo transportador, estabelecendo-se a expressão de restrição de tempo de transferência inicial para o lote que já está chegando.

(v) Expressão de Restrição de Transferência Simultânea de Transportador (Etapa S307)

[000118] Uma restrição de transferência simultânea de transportador (expressão de restrição que impede sobreposição de transferência) é uma restrição a respeito da transferência simultânea com base no número dos transportadores. Concretamente, a restrição de transferência simultânea de transportador é uma restrição que o número dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  simultaneamente transferidos durante uma dada zona de tempo não pode exceder o número dos transportadores.

[000119] Os processos de transferência dos materiais de aço no depósito incluem três processos de transferência, a saber, um processo de recebimento (processo de transferência de recebimento de uma etapa prévia para o depósito), um processo de realocação (processo de transferência no depósito) e um processo de entrega (processo de transferência de entrega do depósito para uma etapa posterior). Normalmente, o depósito é dividido em uma pluralidade de fileiras e, em cada fileira, esses processos são realizados por um transportador (principalmente, guindaste) ou dois. Quando há somente um transportador (guindaste), o processo de recebimento e o processo de realocação não podem ser realizados simultaneamente e, portanto, é necessário expressar isso como uma restrição.

[000120] Adicionalmente, visto que os vários processos de realocação

não podem ser realizados simultaneamente, é necessário expressar isso como uma restrição.

[000121] A propósito, a restrição para impedir a sobreposição dos processos de recebimento é realizada (iii) pela segunda restrição de tempo de transferência inicial para o lote a chegar (a restrição de que o tempo de transferência inicial  $k_{it[i]}$  é restringido pela ordem de chegada) (referir-se à expressão (3)) descrita acima.

[000122] Adicionalmente, a restrição para impedir a sobreposição dos processos de transferência dos materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes)  $i$  que formam a mesma pilha original é realizada pela restrição de tempo de transferência inicial para o lote que já está chegando (a restrição de que a ordem de transferência inicial dos materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes)  $i$  cuja pilha original é a mesma é restringida pela ordem de empilhamento na pilha original) (referir-se à expressão (4)).

[000123] Portanto, é necessário expressar restrições para impedir a sobreposição de transferência em relação às transferências do material a chegar e o material que já está chegando e às transferências dos materiais que já estão chegando a diferentes pilhas originais.

[000124] Aqui, os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) a chegar são representados por  $i_1, i_2, \dots, i_{ni}$ . Pilhas originais que são materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes) são representadas por  $m_1, m_2$ . Os materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes) que formam a pilha original  $m_1$  são representados por  $m_{11}, m_{12}, \dots, m_{1m_1}$  a partir do topo da pilha original  $m_1$ , e os materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes) que formam a pilha original  $m_2$  são representados por  $m_{21}, m_{22}, \dots, m_{2m_2}$  a partir do topo da pilha original  $m_2$ . Adicionalmente, assume-se que há somente um transportador para transferir os mesmos. Nessa condição, a restrição para impedir a sobreposição de transferência pode

ser expressa conforme segue.

[000125] Aqui, como um exemplo, expressões de restrição para impedir a sobreposição da transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  a chegar e a transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $m_{11}$  que já está chegando são mostrados.

[000126] Primeiramente, uma zona de tempo da transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  a chegar é o tempo  $k\_it[i_1]$  ao tempo  $k\_it[i_1] + transf\_time$ . Por outro lado, uma zona de tempo da transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $m_{11}$  que já está chegando é o tempo  $k\_it[m_{11}]$  ao tempo  $k\_it[m_{11}] + transf\_time$ . A fim de impedir a sobreposição de ambas as zonas de tempo de transferência,  $k\_it[i_1]$  e  $k\_it[m_{11}]$  são decididos de modo que as seguintes condição 1 ou condição 2 (expressão (5-1) ou expressão (5-2)) sejam sustentadas.

#### Condição 1

[000127] Quando o material de aço-alvo de transferência (lote)  $a$  chegar é transferido após o material de aço-alvo de transferência (lote)  $m_{11}$  que já está chegando ser transferido, a seguinte expressão (5-1) precisa ser sustentada.

$$k\_it[m_{11}] + transf\_time \leq k\_it[i_1] \dots (5-1)$$

#### Condição 2

[000128] Quando o material de aço-alvo de transferência (lote)  $m_{11}$  que já está chegando é transferido após o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  a chegar ser transferido, a seguinte expressão (5-2) precisa ser sustentada.

$$k\_it[i_1] + transf\_time \leq k\_it[m_{11}] \dots (5-2)$$

[000129] Essas condição 1 e condição 2 são formuladas como um problema de programação matemático. Com esse propósito, as seguintes variáveis 1-0  $\delta[i_1][m_{11}]$ ,  $\delta[m_{11}][i_1]$  são definidas.

[000130] Primeiramente, como  $\delta[i_1][m_{11}]$ , a variável 1-0 é definida de

modo que a expressão (5-1)  $(k\_it[m_{11}] + transf\_time \leq k\_it[i_1])$  sempre seja sustentada quando seu valor for "1" ( $\delta[i_1][m_{11}] = 1$ ) ( $\delta[i_1][m_{11}] = 1 \Rightarrow k\_it[m_{11}] + transf\_time \leq k\_it[i_1]$ ).

[000131] Adicionalmente, as  $\delta[m_{11}][i_1]$ , a variável 1-0 é definida de modo que a expressão (5-2)  $(k\_it[i_1] + transf\_time \leq k\_it[m_{11}])$  sempre seja sustentada quando seu valor for "1" ( $\delta[m_{11}][i_1] = 1$ ) ( $\delta[m_{11}][i_1] = 1 \Rightarrow k\_it[i_1] + transf\_time \leq k\_it[m_{11}]$ ).

[000132] Se as variáveis 1-0  $\delta[i_1][m_{11}]$ ,  $\delta[m_{11}][i_1]$  podem ser assim definidas, é necessário somente utilizar uma expressão de restrição da seguinte expressão (6-1) na ordem para que uma dentre a condição 1 e a condição 2 sempre seja sustentada. Adicionalmente, as expressões de restrição de desigualdade para definir as variáveis 1-0  $\delta[i_1][m_{11}]$ ,  $\delta[m_{11}][i_1]$ , uma expressão (6-2) e uma expressão (6-3) podem ser utilizadas.

$$\delta[i_1][m_{11}] + \delta[m_{11}][i_1] \geq 1 \dots (6-1)$$

$$(k\_it[m_{11}] + transf\_time) - k\_it[i_1] \leq M\_t \times (1 - \delta[i_1][m_{11}]) \dots (6-2)$$

$$(k\_it[i_1] + transf\_time) - k\_it[m_{11}] \leq M\_t \times (1 - \delta[m_{11}][i_1]) \dots (6-3)$$

[000133] Na expressão (6-2) e na expressão (6-3),  $M\_t$  é um valor grande que excede o tempo total necessário para realizar a transferência desse tempo. Nessa modalidade, esse valor é armazenado no aparelho de gerenciamento de depósito 100 com antecedência.

[000134] A expressão (6-2) se torna a expressão (5-1), se o valor da variável 1-0  $\delta[i_1][m_{11}]$  na mesma for "1". Portanto, a condição 1 é expressa pela expressão (6-2). A expressão (6-3) se torna a expressão (5-2) se o valor da variável 1-0  $\delta[m_{11}][i_1]$  na mesma for "1". Portanto, a condição 2 é expressa pela expressão (6-3). Então, se o valor de uma das variáveis 1-0  $\delta[i_1][m_{11}]$  e  $\delta[m_{11}][i_1]$  for "1", é expresso que a condição 1 ou a condição 2 seja sustentada pela expressão de restrição da

expressão (6-1).

[000135] As expressões acima são as expressões de restrição para impedir a sobreposição temporal da transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  a chegar e a transferência inicial do lote-alvo de transferência que já está chegando  $m_{11}$ .

[000136] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 dá as variáveis de decisão ( $k_{it}[i_1]$ ,  $k_{it}[m_{11}]$ ) estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131, o tempo de transferência necessário ( $transf\_time$ ) pelo transportador, as informações de identificação de material de aço do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  a chegar e as informações de identificação de material de aço do material de aço-alvo de transferência (lote)  $m_{11}$  à expressão (6-1) à expressão (6-3), estabelecendo-se as expressões de restrição de transferência simultânea do transportador.

[000137] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 estabelece tais expressões de restrição de transferência simultânea do transportador para todas as combinações dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1, i_2, \dots, i_{ni}$  a chegar e os materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes)  $m_{11}, m_{12}, \dots, m_{1m1}$ , e  $m_{21}, m_{22}, \dots, m_{2m2}$ . Consequentemente, é possível estabelecer as expressões de restrição para impedir a sobreposição temporal das transferências iniciais para todas as combinações dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) a chegar e os lotes-alvo de transferência que já estão chegando. A propósito, essas expressões de restrição são diferentes somente na expressão (6-1) à expressão (6-3) e nas variáveis e, portanto, a descrição detalhada das mesmas será omitida.

[000138] Adicionalmente, a seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 estabelece expressões de

restrição de transferência simultânea do transportador também para todas as combinações de todos os materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes)  $m_{11}, m_{12}, \dots, m_{1m1}$  e  $m_{21}, m_{22}, \dots, m_{2m2}$ . Consequentemente, a respeito de todas as combinações dos diferentes materiais de aço-alvo de transferência que já estão chegando (lotes), é possível estabelecer as expressões de restrição para impedir a sobreposição temporal de suas transferências iniciais. A propósito, essas expressões de restrição são diferentes somente na expressão (6-1) à expressão (6-3) e nas variáveis e, portanto, a descrição detalhada das mesmas será omitida.

[000139] Adicionalmente, quando a entrega e o recebimento são realizados pelo mesmo transportador, é necessário estabelecer as mesmas restrições que na expressão (5-1) e na expressão (5-2) a fim de impedir a sobreposição da entrega e do recebimento. Normalmente, o tempo de entrega é decidido pelo agendamento da etapa posterior e, portanto, o tempo de início de entrega agendada de um material de aço  $j$  ( $j = 1, \dots, J$ ) agendado para ser entregue  $k_{out\_j}$  (dado), a fim de impedir a sobreposição da recepção do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  a chegar e o tempo de entrega no tempo de início de entrega  $k_{out\_j}$  em uma zona de tempo relevante, por exemplo, expressões de restrição tais como as seguintes expressão (5-3) e expressão (5-4) são estabelecidas para a combinação do dado material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  e do dado material de aço  $j$  agendados para serem entregues e as expressões de restrição que correspondem à expressão (6-1) à expressão (6-3) são estabelecidas de modo que uma dessas expressões de restrição seja sustentada, de modo similar ao que foi dito acima.

$$k_{out\_j} + transf\_time \leq k_{it[i]} \dots (5-3)$$

$$k_{it[i]} + transf\_time \leq k_{out\_j} \dots (5-4)$$

[000140] (vi) Expressão de Restrição de Tempo de Transferência

## Final (Etapa S308)

[000141] Uma restrição de tempo de transferência final é uma restrição do tempo de transferência final  $k\_ft[i]$  com base na ordem de transferência final. A configuração (empilhamento) na pilha principal (pilha de entrega) tem que ser iniciada a partir do fundo também de um ponto de vista. Portanto, como a restrição de tempo de transferência final, essa modalidade adota uma restrição que o tempo de transferência final  $k\_ft[i]$  de cada material de aço (lote de transferência) que forma a pilha principal (pilha de entrega) se torna mais cedo para o material de aço localizado em uma posição inferior na ordem de empilhamento. Ou seja, a restrição de tempo de transferência final é uma restrição de que a ordem de transferência final dos materiais de aço (lotes de transferência) na mesma pilha principal (pilha de entrega) é restrita pela aparência de empilhamento da pilha principal (ordem de empilhamento na mesma) (uma restrição física que a transferência final (empilhamento) pode ser feita somente do a partir do fundo da pilha principal). Uma expressão de restrição de tempo de transferência final é representada por uma expressão (7).

$$k\_ft[m_{x+1}] + transf\_time \leq k\_ft[m_x] \dots (7)$$

[000142] Na expressão (7), dentre os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que têm uma relação vertical na mesma pilha principal (pilha de entrega), um material em um lado superior é representado por  $m_x$  e um material em um lado inferior do mesmo é representado por  $m_{x+1}$ .

[000143] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 estabelece a expressão de restrição de tempo de transferência final dando à expressão (7) as variáveis de decisão ( $k\_ft[i]$ ) estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131 e o tempo de transferência necessário ( $transf\_time$ ) pelo transportador.

[000144] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 pode ser realizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com uso da RAM como uma área de trabalho.

<SEÇÃO DE ESTABELECIMENTO DE FUNÇÃO OBJETIVA DE TEMPO DE TRANSFERÊNCIA 133 (ETAPAS S309 A S311)>

[000145] A seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133 estabelece uma função objetiva de tempo de transferência  $J_A$ . Nessa modalidade, a função objetiva de tempo de transferência  $J_A$  é expressa por uma soma linear ponderada da função objetiva de minimização de tempo temporário de armazenamento total  $J_1$  que é uma função objetiva para encurtar o tempo temporário de armazenamento total e a função objetiva de minimização de tempo de espera de tabela de recepção total  $J_2$  que é uma função objetiva para encurtar o tempo de espera total na tabela de recepção dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) a chegar. Portanto, nessa modalidade, o tempo temporário de armazenamento total e o tempo de espera total na tabela de recepção dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) a chegar são os tempos durante os quais os materiais de aço-alvo de transferência ficam em um curso para serem transferidos para a pilha principal.

[000146] Aqui, uma intenção para encurtar o tempo temporário de armazenamento total será descrita.

[000147] Primeiro, a fim de reduzir o número dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) que são armazenados temporariamente e transferir de forma eficaz os materiais de aço-alvo de transferência (lotes), é necessário encurtar o tempo temporário de armazenamento total.

[000148] A seguir, quando o tempo de armazenamento temporário se torna muito longo, é necessário reservar um espaço no qual se



armazenar o material de aço-alvo de transferência (lote), que causa uma carência de espaço no depósito que, em geral, não têm muito espaço. Por conta disso também, é necessário encurtar o tempo temporário de armazenamento total.

[000149] Adicionalmente, enquanto o material de aço-alvo de transferência (lote) é armazenado temporariamente, a pilha principal que inclui esse material de aço-alvo de transferência (lote) não é completada, e portanto, os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) que pertencem a essa pilha principal estão em um estado de serem divididos em uma porção que forma a pilha principal e uma porção que não forma a pilha principal. Portanto, de acordo com o número dessas porções divididas, o número dos materiais de aço nas superfícies mais superiores e nas superfícies mais inferiores aumenta. Portanto, uma diminuição de uma temperatura dos materiais de aço se torna maior do que quando os mesmos não estavam divididos em porções incluídas e não incluídas na pilha principal (quando a pilha principal é completada). Adicionalmente, visto que o espaço em que se armazenam temporariamente os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) está, em geral, fora de um veículo de retenção de calor, uma diminuição de temperatura causada por isso ocorre. Por conta disso, é necessário encurtar o tempo temporário de armazenamento total.

[000150] A seguir, uma intenção de reduzir o tempo de espera dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) a chegar à tabela de recepção será descrita.

[000151] Primeiramente, fenômenos problemáticos no depósito incluem um efeito adverso que o congestionamento na tabela de recepção tem em uma etapa a montante. Em um depósito localizado entre uma etapa de produção de aço e uma etapa de laminação a quente, um método ineficaz da recepção para o depósito resulta em um estado em que os materiais de aço da produção de aço que estão na

etapa a montante não podem ser recebidos devido ao congestionamento na tabela de recepção mesmo se houver vaga (espaço) no depósito, causando a ocorrência de uma situação em que a produção de aço é forçada a ser parada no pior caso. Quando o número dos transportadores instalados em cada fileira é pequeno, pode facilmente ocorrer um caso em que a capacidade que permite que os materiais de aço fiquem na tabela de recepção é excedida enquanto os transportadores são usados para o processo de entrega e o processo de realocação. Portanto, é necessário evitar a ocorrência do congestionamento dos materiais de aço na tabela de recepção antecipadamente ajustando-se esses trabalhos de processo e reduzindo-se o tempo de espera total na tabela de recepção tanto quanto possível. Por conta disso, é necessário reduzir o tempo de espera dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) a chegar à tabela de recepção.

(I) FUNÇÃO OBJETIVA DE MINIMIZAÇÃO DE TEMPO DE ARMAZENAMENTO TOTAL  $J_1$  (ETAPA S309)

[000152] O tempo de armazenamento temporário pode ser expresso por uma diferença entre o tempo de transferência final  $k_{ft}[i]$  e o tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  que são estabelecidos como as variáveis de decisão. Portanto, a função objetiva de minimização de tempo temporário de armazenamento total  $J_1$  que é uma função objetiva para encurtar o tempo temporário de armazenamento total pode ser encontrada adicionando-se as diferenças entre o tempo de transferência final  $k_{ft}[i]$  e o tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  de todos os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que ainda não chegaram e que já chegaram. Isto é, a função objetiva de minimização de tempo temporário de armazenamento total  $J_1$  é expressa pela seguinte expressão (8).

[Fórmula 1]

$$J_1 = \sum_{i=1}^N (k_{ft}[i] - k_{it}[i]) \quad (8)$$

[000153] A seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133 gera a expressão (8) o número total N de todos os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) i que ainda não chegaram e que já chegaram e as variáveis Tde decisão ( $k_{it}[i]$ ,  $k_{ft}[i]$ ) estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131, estabelecendo, através disso, a função objetiva de minimização de tempo temporário de armazenamento total  $J_1$ . Observe que, em relação ao material de aço-alvo de transferência (lote) que pode ser transferido diretamente para a pilha principal, o tempo de transferência final  $k_{ft}[i]$  e o tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  são iguais.

## (II) FUNÇÃO OBJETIVA DE MINIMIZAÇÃO DE TEMPO DE ESPERA DE TABELA DE RECEPÇÃO $J_2$ (ETAPA S310)

[000154] O tempo de espera do material de aço-alvo de transferência (lote) a chegar à tabela de recepção é o tempo até que o material de aço-alvo de transferência (lote) seja transferido para o depósito após chegar à tabela de recepção. Portanto, a função objetiva de minimização de tempo de espera de tabela de recepção total  $J_2$  que é uma função objetiva para reduzir o tempo de espera total dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) a chegar à tabela de recepção pode ser expresso por diferenças entre o tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  e o tempo de chegada agendada na tabela de recepção. Portanto, a função objetiva de minimização de tempo de espera de tabela de recepção total  $J_2$  pode ser encontrada adicionando-se as diferenças entre o tempo de transferência inicial  $k_{it}[i]$  e o tempo de chegada agendada na tabela de recepção, de todos os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) i a chegar. Isto é, a função objetiva de minimização de tempo de espera de tabela de recepção total  $J_2$  é expressa pela

seguinte expressão (9).

[Fórmula 2]

$$J_2 = \sum_{i \in A} (k\_it[i] - arrival\_t(i)) \dots (9)$$

[000155] Na expressão (9), A representa um conjunto de i que corresponde aos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) a chegar. A seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133 gera a expressão (9) esse conjunto A, as variáveis de decisão ( $k\_it[i]$ ) estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131, e os tempos de chegada agendada  $arrival\_t(i)$  na tabela de recepção recebida pela seção de obtenção de informações de material de aço 110, estabelecendo, através disso, a função de minimização de tabela de recepção tempo de espera total  $J_2$ .

### (III) FUNÇÃO OBJETIVA DE TEMPO DE TRANSFERÊNCIA $J_A$ (ETAPA S311)

[000156] Conforme descrito acima, a função objetiva de tempo de transferência  $J_A$  é expressa pela soma linear ponderada da função objetiva de minimização de tempo de armazenamento temporário total  $J_1$  e a função objetiva de minimização de tempo de armazenamento temporário espera de tabela de recepção total  $J_2$ , a fim de ajustar o equilíbrio entre a minimização do tempo temporário de armazenamento total e a minimização do tempo de espera total na tabela de recepção. Portanto, nessa modalidade, a função objetiva de tempo de transferência  $J_A$  é expressa pela seguinte expressão (10) com o uso do Peso de coeficiente de ajuste para equilibrar as funções objetivas.

$$J_A = \text{Peso} \times J_1 + J_2 \dots (10)$$

[000157] A seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133 gera a expressão (10) "o peso de coeficiente de ajuste para equilibrar as funções objetivas" recebida da seção de obtenção de informações de material de aço 110 e "a função objetiva de minimização

de tempo temporário de armazenamento total J1 e a função objetiva de minimização de tempo de espera de tabela de recepção total J2" que são estabelecidas da forma descrita acima, estabelecendo, através disso, a função objetiva de tempo de transferência JA.

[000158] A seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133 pode ser concretizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similar com o uso da RAM como uma área de trabalho.

#### <SEÇÃO DE CÁLCULO DE SOLUÇÃO ÓTIMA DE TEMPO DE TRANSFERÊNCIA 134 (ETAPA S312)>

[000159] A seção de cálculo de solução ótima de tempo de transferência 134 calcula as variáveis de decisão ( $k_{it}[i]$  e  $k_{ft}[i]$ ) de modo que o valor da função objetiva de tempo de transferência JA estabelecido pela seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133 seja minimizada dentro de uma faixa que satisfaz a expressões de restrição de transferência (a expressão (1) para a expressão (4), pela expressão (6-1) para a expressão (6-3), e pela expressão (7)) estabelecida pela seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132. As variáveis de decisão assim calculadas tornam o valor ótimo ( $k_{itopt}[i]$ ) do tempo de transferência inicial (primário) e o valor ótimo ( $k_{ftopt}[i]$ ) do tempo de transferência final (secundário). Observe que o cálculo da solução ótima pode ser concretizado com o uso de, por exemplo, um "solucionador" de solução de problema de programação misto-inteiro conhecido.

[000160] A seção de cálculo de solução ótima de tempo de transferência 134 pode ser concretizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com o uso da RAM como uma área de trabalho.

#### <SEÇÃO DE DECISÃO DE PILHA TEMPORÁRIA 140 (ETAPA S204)>

[000161] Conforme será descrito posteriormente, a seção de geração de instrução de trabalho de transferência 150 decide a ordem de transferência dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) com base nos "valores ótimos ( $k_{it_{opt}[i]}$ ) do tempo de transferência inicial (primário) e nos valores ótimos ( $k_{ft_{opt}[i]}$ ) do tempo de transferência final (secundário)" calculados pela seção de cálculo de solução ótima de tempo de transferência 134 (Etapa S312 na Figura 3). Nesse momento, os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  cujos valores ótimos ( $k_{ft_{opt}[i]}$ ) do tempo de transferência final (secundário) se tornam menores do que os valores ótimos ( $k_{it_{opt}[i]}$ ) do tempo de transferência inicial (primário) ( $k_{it_{opt}[i]} < k_{ft_{opt}[i]}$ ) são considerados como alvos do armazenamento temporário. Portanto, para esses materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$ , é necessário decidir a pilha temporária que é um espaço de armazenamento temporário.

[000162] Para esse propósito, um método para criar pilhas temporárias diferentes para os respectivos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário pode ser pensado como o método mais simples.

[000163] Entretanto, nesse método, o mesmo número de espaços para as pilhas temporárias que o número dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que precisam ser armazenados temporariamente são necessários. Conforme descrito acima, considerando que o depósito não tem, em geral, muita quota para o espaço de armazenamento, esse método não pode ser necessariamente dito como um método apropriado. Portanto, em vista da redução do espaço de armazenamento, é desejável combinar os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  tanto quanto possível para formar as pilhas temporárias. Isso que alguma medida para reduzir o número total das pilhas temporárias tanto quanto possível.

[000164] Portanto, nessa modalidade, para os materiais de aço-alvo

de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário, a seção de decisão de pilha temporária 140 decide um valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) de uma variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ) que expressa a ordem de empilhamento na pilha temporária. Como funções dos mesmos, a seção de decisão de pilha temporária 140 tem uma seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141, a seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142, a seção de estabelecimento de função objetiva de pilha temporária 143, e a seção de cálculo de solução ótima de pilha temporária 144. Doravante, os exemplos das funções que essas seções têm serão descritos.

#### [SEÇÃO DE ESTABELECIMENTO DE VARIÁVEL DE PILHA TEMPORÁRIA 141 (ETAPAS S401 A S404)]

[000165] A seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 encontra um conjunto  $T$  dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  cujos valores ótimos ( $k_{it_{opt}}[i]$ ) do tempo de transferência inicial (primário) são menores do que os valores ótimos ( $k_{ft_{opt}}[i]$ ) do tempo de transferência final (secundário) ( $k_{it_{opt}}[i] < k_{ft_{opt}}[i]$ ), com base nos "valores ótimos  $k_{it_{opt}}[i]$  do tempo de transferência inicial (primário) e nos valores ótimos  $k_{ft_{opt}}[i]$  do tempo de transferência final (secundário)" calculados pela seção de cálculo de solução ótima de tempo de transferência 134. Aqui, o número de elementos que pertencem ao conjunto set  $T$ , isto é, o número dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  cujos valores ótimos ( $k_{it_{opt}}[i]$ ) do tempo de transferência inicial (primário) são menores do que os valores ótimos ( $k_{ft_{opt}}[i]$ ) do tempo de transferência final (secundário) ( $k_{it_{opt}}[i] < k_{ft_{opt}}[i]$ ) é representado por  $N_T$ . Os elementos que pertencem a esse conjunto  $T$  são os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário.

[000166] Então, a seção de estabelecimento de variável de pilha

temporária 141 estabelece as seguintes variáveis de decisão a fim de formular expressões de restrição e funções objetivas no cálculo de otimização descrito posteriormente.

(i) Variável de Alocação de Pilha Temporária ( $x[i][m]$ ) (Etapa S402)

[000167] Uma variável de alocação de pilha temporária ( $x[i][m]$ ) é uma variável 1-0 que se torna "1" quando o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  que é o alvo do armazenamento temporário é alocado para uma pilha temporária  $m$ , e se torna "0", de outra forma. Observe que  $i \in T$ ,  $m = 1, \dots, N_T$ .

(ii) Variável de Relação de Empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ) (Etapa S403)

[000168] A variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ) é uma variável 1-0 que se torna "1" quando um par dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário ( $i_1, i_2$ :  $i_1$  está em um lado inferior e  $i_2$  está em um lado superior do mesmo) é alocado para a pilha temporária  $m$ , e se torna "0", de outra forma.

(iii) Variável de Determinação de Necessidade De Pilha Temporária ( $\delta[m]$ ) (Etapa S404)

[000169] Uma variável de determinação de necessidade de pilha temporária ( $\delta[m]$ ) é uma variável 1-0 que se torna "1" quando pelo menos um material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  que é o alvo do armazenamento temporário é alocado para a pilha temporária  $m$ , e se torna "0", de outra forma.

[000170] A seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 gera o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  que é o alvo do armazenamento temporário e da pilha temporária  $m$  a  $i$  e  $m$  da variável de alocação de pilha temporária ( $x[i][m]$ ), gera variáveis mutuamente diferentes dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os



alvos do armazenamento temporário e da pilha temporária  $m$  a  $i_1$ ,  $i_2$ , e  $m$  da variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ), e gera a pilha temporária  $m$  a  $m$  da variável de determinação de necessidade de pilha temporária ( $\delta[m]$ ), estabelecendo, através disso, essas variáveis.

[000171] A seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 pode ser concretizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com o uso da RAM como uma área de trabalho.

#### [SEÇÃO DE ESTABELECIMENTO DE EXPRESSÃO DE RESTRIÇÃO DE PILHA TEMPORÁRIA 142 (ETAPAS S405 A S406)]

[000172] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142 estabelece as seguintes expressões de restrição de pilha temporária básicas que deveriam ser satisfeitas pela "variável de alocação de pilha temporária ( $x[i][m]$ ), pela variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ), e pela variável de determinação de necessidade de pilha temporária ( $\delta[m]$ )" estabelecida (definida) pela seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 (que pertencem à definição das variáveis).

[000173] (i) Restrição de Singularidade de Lote de Transferência (Etapa S405)

[000174] Uma restrição de singularidade de lote de transferência é uma restrição que todos os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário devem ter para serem seguramente alocados para qualquer uma dentre as pilhas temporárias  $m$  somente uma vez. Especificamente, a restrição de singularidade de lote de transferência é uma restrição que qualquer um dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário precisam ser alocados para somente uma pilha temporária  $m$  que é seu destino de transferência inicial. Portanto, uma expressão de restrição de singularidade de lote de transferência é

representada pela seguinte expressão (11). Essa expressão (11) também pode ser considerada como uma expressão de restrição da variável de alocação de pilha temporária de definição ( $x[i][m]$ ).

[Fórmula 3]

$$\text{Para o dado } i \in T, \sum_{m=1}^{N_T} x[i][m] = 1 \quad \dots (11)$$

[000175] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142 gera a expressão (11) "a variável de alocação de pilha temporária ( $x[i][m]$ ) e o número  $N_T$  das pilhas temporárias candidatas  $m$  (isto é, o número dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário)" estabelecido (definido) pela seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141, estabelecendo, através disso, a expressão de restrição de singularidade de lote de transferência.

(ii) Restrição de Definição de Variável de Relação de Empilhamento (Etapa S406)

[000176] Uma restrição de definição de variável de relação de empilhamento é uma restrição para definir a variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ). Uma expressão de restrição de definição de variável de relação de empilhamento é representada pela seguinte expressão (12-1) a expressão (12-3).

$$x[i_1][m] + x[i_2][m] - 1 \leq y[i_1][i_2][m] + y[i_2][i_1][m] \quad \dots (12-1)$$

$$x[i_1][m] + x[i_2][m] \geq 2 \times (y[i_1][i_2][m] + y[i_2][i_1][m]) \quad \dots (12-2)$$

$$y[i_1][i_2][m] + y[i_2][i_1][m] \leq 1 \quad \dots (12-3)$$

[000177] A Tabela 1 mostra relações entre as variáveis de alocação de pilha temporárias ( $x[i_1][m]$ ,  $x[i_2][m]$ ) e a variável de relação de empilhamento ( $y[i_2][i_1][m]$ ).

[TABELA 1]

$x[i_1][m]$	$x[i_2][m]$	$x[i_1][m] + x[i_2][m]$	$x[i_1][m] + x[i_2][m] - 1$	$y[i_1][i_2][m] + y[i_2][i_1][m]$	$2 \cdot (y[i_1][i_2][m] + y[i_2][i_1][m])$
0	0	0	-1	0	0
1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	1	2	1	1	2

[000178] Conforme mostrado na expressão (12-1) para a expressão (12-3), a expressão de restrição de definição de variável de relação de empilhamento é uma expressão que define a variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ) com o uso "das variáveis de alocação de pilha temporária ( $x[i_1][m]$ ,  $x[i_2][m]$ ) estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141.

[000190] Uma relação entre as porções que correspondem à quarta coluna ( $x[i_1][m] + x[i_2][m] - 1$ ) e a quinta coluna ( $y[i_1][i_2][m] + y[i_2][i_1][m]$ ) da tabela mostrada na Tabela 1 é expressa pela expressão (12-1). Por essa expressão (12-1), um limite inferior da variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ) é decidido. A expressão (12-1) indica que, se os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1$ ,  $i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário foram ambos alocados para a mesma pilha temporária  $m$ , o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário está em um lado superior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário está em um lado inferior do mesmo, ou o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário está em um lado inferior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário está em um lado superior do mesmo.

[000191] A relação entre as porções que correspondem à terceira

coluna  $(x[i_1][m] + x[i_2][m])$  e à sexta coluna  $(2 \times (y[i_1][i_2][m]) + y[i_2][i_1][m])$  da tabela mostrada na Tabela 1 é expressa pela expressão (12-2). Por essa expressão (12-2), um limite superior da variável de relação de empilhamento  $(y[i_1][i_2][m])$  é decidido. A expressão (12-2) indica que, se o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário for armazenado temporariamente em um lado superior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário for armazenado temporariamente em um lado inferior do mesmo, ou se o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário for armazenado temporariamente em um lado inferior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário for armazenado temporariamente em um lado superior do mesmo, os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1, i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário são ambos alocados para a pilha temporária  $m$ .

[000192] Adicionalmente, a expressão (12-3) indica que armazenar temporariamente o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário no lado superior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário no lado inferior do mesmo, e armazenar temporariamente o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário em um lado inferior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário em um lado superior do mesmo não se mantém simultaneamente.

[000193] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142 gera "a variável de alocação de pilha temporária  $(x[i][m])$  e a variável de relação de empilhamento  $(y[i_1][i_2][m])$ " estabelecidas (definidas) pela seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 para a expressão (12-1) e pela expressão (12-2),

e gera "a variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ )" estabelecida (definida) pela seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 para a expressão (12-3), estabelecendo, através disso, a expressão de restrição de definição de variável de relação de empilhamento.

(iii) Restrição de Ordem de Empilhamento (Aparência)  
(Etapa S407)

[000194] Uma restrição ordem de empilhamento (aparência) é uma restrição relacionada à ordem de empilhamento (aparência de empilhamento), na pilha temporária  $m$ , dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário. Doravante, a restrição de ordem de empilhamento (aparência) será descrita.

[000195] Nessa modalidade, a restrição de aparência de empilhamento (restrição de relação vertical dentre os materiais de aço (ou os lotes de transferência)) na pilha temporária  $m$  é decidida por três elementos, isto é, (A) a ordem de chegada, (B) a ordem de transferência final, e (C) o tamanho.

[000196] Primeiro, na pilha temporária  $m$ , o empilhamento deve ser realizado a partir do fundo "na ordem de chegada", isto é, em ordem ascendente do valor ótimo  $k_{it_{opt}}[i]$  do tempo de transferência inicial.

[000197] A seguir, na pilha temporária  $m$ , a transferência para a pilha principal deve ser realizada "na ordem de transferência final", isto é, em ordem ascendente do valor ótimo  $k_{f_{opt}}[i]$  do tempo de transferência final, e portanto, na pilha temporária  $m$ , a ordem de empilhamento a partir do topo deve ser a ordem ascendente do valor ótimo  $k_{ft_{opt}}[i]$  do tempo de transferência final.

[000198] Finalmente, quanto "ao tamanho", até mesmo na pilha temporária  $m$ , porque existe como uma pilha no depósito, embora temporariamente, o empilhamento reverso que resulta em uma

aparência de pilha instável em termos de comprimento, largura, e similares deve ser evitado.

[000199] Nessa modalidade, visto que todas essas três restrições precisam ser satisfeitas (simultaneamente), uma relação de disposição de quaisquer dois materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1$ ,  $i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário podem ser classificados nas seguintes quatro formas.

a) quaisquer dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1$ ,  $i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário podem ser dispostos sobre um lado superior ou sobre um lado inferior na mesma pilha temporária  $m$ .

b) Quando dispostos na mesma pilha temporária  $m$ , os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1$ ,  $i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário devem ser dispostos de modo que o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário fica em um lado inferior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário fica em um lado superior do mesmo.

c) Quando dispostos na mesma pilha temporária  $m$ , os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1$ ,  $i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário devem ser dispostos de modo que o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário fica em um lado superior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário fica em um lado inferior do mesmo.

d) Os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1$ ,  $i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário não podem ser dispostos na mesma pilha temporária  $m$ .

[000200] Um método para determinar a qual dos anteriores a) a d) os dois materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1$ ,  $i_2$  que são os alvos

do armazenamento temporário são classificados, com o uso "dos valores ótimos ( $k_{it_{opt}[i_1]}$ ,  $k_{it_{opt}[i_2]}$ ) do tempo de transferência inicial e nos valores ótimos ( $k_{ft_{opt}[i_1]}$ ,  $k_{ft_{opt}[i_2]}$ ) do tempo de transferência final" dos dois materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1$ ,  $i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário é conforme a seguir.

[000201] Primeiro, quando o valor ótimo ( $k_{it_{opt}[i_1]}$ ) do tempo de transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário é menor do que o valor ótimo ( $k_{it_{opt}[i_2]}$ ) do tempo de transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário ( $k_{it_{opt}[i_1]} < (k_{it_{opt}[i_2]})$ ), existe uma possibilidade de que os mesmos sejam classificados para supracitado b) ou o supracitado d).

[000202] Adicionalmente, quando o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i_2]}$ ) do tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário é menor do que o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i_1]}$ ) do tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário ( $k_{ft_{opt}[i_1]} > (k_{ft_{opt}[i_2]})$ ) e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário pode ser empilhado em um lado inferior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário pode ser empilhado em um lado superior do mesmo em vista da restrição de tamanho, os mesmos são classificados para supracitado b).

[000203] Por outro lado, quando o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i_1]}$ ) do tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário é menor do que o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i_2]}$ ) do tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário ( $k_{ft_{opt}[i_1]} < (k_{ft_{opt}[i_2]})$ ), ou quando o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário não

pode ser empilhado em um lado inferior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário não pode ser empilhado em um lado superior do mesmo devido à restrição de tamanho, os mesmos são classificados como o supracitado d).

[000204] Quando o valor ótimo ( $k_{it_{opt}[i_2]}$ ) do tempo de transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário é menor do que o valor ótimo ( $k_{it_{opt}[i_1]}$ ) do tempo de transferência inicial do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário ( $k_{it_{opt}[i_1]} > k_{it_{opt}[i_2]}$ ), existe uma possibilidade de que os mesmos sejam classificados como o supracitado c) ou o supracitado d).

[000205] Adicionalmente, quando o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i_1]}$ ) do tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário é menor do que o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i_2]}$ ) do tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário ( $k_{ft_{opt}[i_1]} < k_{ft_{opt}[i_2]}$ ), e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário pode ser empilhado em um lado superior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário pode ser empilhado em um lado inferior do mesmo em vista da restrição de tamanho, os mesmos são classificados como o supracitado c).

[000206] Por outro lado, quando o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i_2]}$ ) do tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário é menor do que o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i_1]}$ ) do tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário ( $k_{ft_{opt}[i_1]} > k_{ft_{opt}[i_2]}$ ), ou quando o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário não pode ser empilhado em um lado superior e o material de aço-alvo de



transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário não pode ser empilhado em um lado inferior do mesmo devido à restrição de tamanho, os mesmos são classificados como o supracitado d).

[000207] Observe que, como um resultado, os mesmos nunca são classificados como o supracitado a).

[000208] Então, a expressão de restrição de ordem de empilhamento (aparência) no caso da classificação como o supracitado b) é a seguinte expressão (13-1), a expressão de restrição de ordem de empilhamento (aparência) no caso da classificação como o supracitado c) é a seguinte expressão (13-2), e a expressão de restrição de ordem de empilhamento (aparência) no caso da classificação como o supracitado d) é a seguinte expressão (13-3).

Para dado  $m (= 1, \dots, N_T)$ ,  $y[i_2][i_1][m] = 0 \dots$  (13-1)

Para dado  $m (= 1, \dots, N_T)$ ,  $y[i_1][i_2][m] = 0 \dots$  (13-2)

Para dado  $m (= 1, \dots, N_T)$ ,  $y[i_1][i_2][m] + y[i_2][i_1][m] = 0 \dots$  (13-3)

[000209] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142 determina a qual dos supracitados b) a d) os dois materiais de aço-alvo de transferência diferentes (lotes)  $i_1, i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário são classificados, com base nos "valores ótimos ( $k_{itopt}[i_1], k_{itopt}[i_2]$ ) do tempo de transferência inicial, os valores ótimos ( $k_{ftopt}[i_1], k_{ftopt}[i_2]$ ) do tempo de transferência final, e os tamanhos de material de aço" dos dois materiais de aço-alvo de transferência diferentes (lotes)  $i_1, i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário. Então, estabelece a expressão de restrição de ordem de empilhamento (aparência) gerando-se a variável de relação de empilhamentos ( $y[i_1][i_2][m], y[i_2][i_1][m]$ ) para a expressão de restrição de ordem de empilhamento (aparência) (a expressão (12-1), pela expressão (12-2), ou a expressão (12-3)) correspondente ao resultado determinado.

(iv) Estabelecimento da Expressão de Restrição de Altura de

### Pilha (Etapa S408)

[000210] Conforme descrito acima, até mesmo a pilha temporária  $m$ , embora exista somente temporariamente no depósito, está sujeita a uma restrição de altura de pilha no depósito. Portanto, é necessário usar a restrição de altura de pilha em relação a um limite superior da altura da pilha temporária  $m$ . Aqui, deixe o número de limite superior de empilhamento (o número de limite superior dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) que são os alvos do armazenamento temporário, que podem ser empilhados na pilha temporária  $m$ ) serem  $H$ , e o número de materiais de aço que pertencem ao material de aço-alvo de transferência (lote) que é o alvo do armazenamento temporário ser  $h_i$ , uma expressão de restrição de altura de pilha é expressa pela seguinte expressão (14). Observe que, quando as informações de lote de transferência não são geradas (quando o transportador não pode transferir dois materiais de aço ou mais de uma vez), um valor de  $h_i$  se torna "1". Adicionalmente, o número de limite superior de empilhamento é armazenado antecipadamente no aparelho de gerenciamento de depósito 100.

#### [FÓRMULA 4]

$$\text{Para dado } m = 1, \dots, N_T, \sum_{i \in T} h_i \cdot x[i][m] \leq H \cdot \delta[m] \quad \dots (14)$$

[000211] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142 encontra o número  $h_i$  dos materiais de aço que pertencem ao material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  que é o alvo do armazenamento temporário. Então, a seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142 gera a expressão (14) "o número  $h_i$  dos materiais de aço que pertencem ao material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  que é o alvo do armazenamento temporário", "o conjunto  $T$ , a variação de alocação de pilha temporária ( $x[i][m]$ ) e a variável de determinação de necessidade de pilha temporária ( $\delta[m]$ )" estabelecida pela seção de estabelecimento de

variável de pilha temporária 141, e "o número de limite superior H de empilhamento", estabelecendo, através disso, a expressão de restrição de altura de pilha.

[000212] Observe que a expressão (14) é uma expressão que define um limite inferior (um valor abaixo do qual não é permitido) da soma das variáveis de determinação de necessidade de pilha temporária ( $\delta[m]$ ) (isto é, uma função objetiva de pilha temporária  $J_B$  descrita posteriormente (se refira à expressão (15)).

[000213] A seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142 pode ser concretizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com o uso da RAM como uma área de trabalho.

#### [SEÇÃO DE ESTABELECIMENTO DE FUNÇÃO OBJETIVA DE PILHA TEMPORÁRIA 143 (ETAPA S409)]

[000214] A seção de estabelecimento de função objetiva de pilha temporária 143 estabelece a função objetiva de pilha temporária  $J_B$ . Nessa modalidade, a função objetiva de pilha temporária  $J_B$  é uma função objetiva para reduzir o número das pilhas temporárias  $m$ . Isso acontece porque o espaço de armazenamento temporário pode ser reduzido ao fazer isso.

[000215] A função objetiva de pilha temporária  $J_B$  é expressa pela seguinte expressão (15).

#### [FÓRMULA 5]

$$J_B = \sum_{m=1}^{N_T} \delta[m] \quad \dots (15)$$

[000216] A seção de estabelecimento de função objetiva de pilha temporária 143 gera "o conjunto T e as variáveis de determinação de necessidade de pilha temporária ( $\delta[m]$ )" estabelecido pela seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 para a expressão

(15), estabelecendo, através disso, a função objetiva de pilha temporária  $J_B$ .

[000217] A seção de estabelecimento de função objetiva de pilha temporária 143 pode ser concretizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com o uso da RAM como uma área de trabalho.

#### [SEÇÃO DE CÁLCULO DE SOLUÇÃO ÓTIMA DE PILHA TEMPORÁRIA 144 (ETAPA S410)]

[000218] A seção de cálculo de solução ótima de pilha temporária 144 calcula a variável de decisão ( $y[i_1][i_2][m]$ ) de modo que o valor da função objetiva de pilha temporária  $J_B$  estabelecido pela seção de estabelecimento de função objetiva de pilha temporária 143 seja minimizada dentro de uma faixa que satisfaz as expressões de restrição de pilha temporária (a expressão (11), pela expressão (12-1) para a expressão (12-3), pela expressão (13-1) para a expressão (13-3)) estabelecido pela seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142. A variável de decisão assim calculada se torna o valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento. A propósito, o cálculo da solução ótima pode ser concretizado com o uso, por exemplo, de um "solucionador" de solução de programa de programação de inteiro 0-1 conhecido.

[000219] A seção de cálculo de solução ótima de pilha temporária 144 pode ser concretizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com o uso da RAM como uma área de trabalho.

#### [SEÇÃO DE GERAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE PILHA TEMPORÁRIA 145 (ETAPA S411)]

[000220] Uma seção de geração de informações de pilha temporária 145 seleciona um par dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)

$i_1, i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário cujo valor do valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento é "1" ( $y_{opt}[i_1][i_2][m] = 1$ ), em cada pilha temporária  $m$ .

[000221] Aqui, que o valor do valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento é "1" indica que, na pilha temporária  $m$ , o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_1$  que é o alvo do armazenamento temporário é disposto em um lado inferior e o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i_2$  que é o alvo do armazenamento temporário é disposto em um lado superior do mesmo.

[000222] Portanto, selecionando-se o par dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i_1, i_2$  que são os alvos do armazenamento temporário cujo valor do valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento é "1", em cada pilha temporária  $m$ , é possível decidir a ordem de empilhamento dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário em cada pilha temporária  $m$ . Por exemplo, quando a seguinte expressão (16-1) a expressão (16-3) se mantém, os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário in a pilha temporária 1 ( $m = 1$ ) são empilhados a partir do fundo na ordem dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) 4, 3, 5 ( $i = 4, 3, 5$ ). Ao fazer isso, é possível formar as pilhas temporárias ótimas  $m$  (isto é, as pilhas temporárias  $m$  em número tão pequeno quanto possível).

[000223] Desta forma, a seção de geração de informações de pilha temporária 145 gera, como as informações de pilha temporária ótima, informações sobre a ordem de empilhamento dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário, em cada uma das pilhas temporárias  $m$ .

$$y_{opt}[3][5][1] = 1 \dots (16-1)$$

$$y_{opt}[4][5][1] = 1 \dots (16-2)$$

$$y_{opt}[4][3][1] = 1 \dots (16-3)$$

<SEÇÃO DE GERAÇÃO DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO DE TRANSFERÊNCIA 150> (ETAPA S205)

[000224] Através dos processos acima, a ordem de transferência de todos os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) é decidida, e para os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) que precisam ser armazenados temporariamente, a pilha temporária para a qual os mesmos deveriam ser transferidos e a ordem de empilhamento na mesma são decididas. Observe que os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) que não requerem o armazenamento temporário são transferidos diretamente para a pilha principal.

[000225] Portanto, decidindo-se a partir de quais e para quais lugares os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) deveriam ser transferidos (Origem-Destino) de acordo com a ordem de transferência dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) decidida da forma descrita acima, é possível finalizar um comando de transferência. Na decisão do comando de transferência, a seção de geração de instrução de trabalho de transferência 150 aloca apropriadamente os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) para espaços de armazenamento que têm endereços vazios no presente momento como espaços de armazenamento (endereços no depósito) das pilhas principais e das pilhas temporárias de acordo com os papéis desses espaços de armazenamentos, na ordem do material de aço-alvo de transferência (lote) cuja ordem de transferência é anterior.

[000226] Primeiro, no tempo da transferência inicial de um material de aço-alvo de transferência (lote) a chegar, um endereço de Origem é um lugar de recepção do depósito (por exemplo, a tabela de recepção), e um endereço de Destino é um endereço de uma pilha principal do material de aço-alvo de transferência (lote) quando o armazenamento temporário não é requerido, e é um endereço de uma pilha temporária do material de aço-alvo de transferência (lote) quando o

armazenamento temporário é requerido.

[000227] Adicionalmente, no tempo da transferência final de um material de aço-alvo de transferência (lote) que é o alvo do armazenamento temporário, um endereço de Origem é um endereço de uma pilha temporária do material de aço-alvo de transferência (lote), e um endereço de Destino é um endereço de uma pilha principal do material de aço-alvo de transferência (lote).

[000228] Adicionalmente, quanto a um material de aço-alvo de transferência que já está chegando (lote), somente um endereço de Origem no tempo da transferência inicial é um endereço de uma pilha original existente (posição de empilhamento de pilha original) diferente do caso do material de aço-alvo de transferência (lote) a chegar. O outro é mesmo que o no caso do material de aço-alvo de transferência (lote) a chegar.

[000229] Com base no valor ótimo ( $k_{it_{opt}[i]}$ ) do tempo de transferência inicial, o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}[i]}$ ) do tempo de transferência final, nas informações de pilha temporária ótima, no endereço da pilha original, no endereço vazio, e assim por diante, a seção de geração de instrução de trabalho de transferência 150 decide então o endereço de Origem-Destino que é uma rota de transferência que indica a partir de quais e para quais lugares a transferência deve ser realizada (Origem-Destino) na ordem de transferência dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes).

[000230] A seção de geração de instrução de trabalho de transferência 150 pode ser concretizada, por exemplo, pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com o uso da RAM como uma área de trabalho.

<SEÇÃO DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO DE TRANSFERÊNCIA  
160> (ETAPA S206)

[000231] Quando necessário, uma seção de instrução de trabalho de transferência 160 emite, para o transportador 300, uma instrução de transferência (instrução de trabalho de transferência que inclui a ordem de transferência, a uma posição de início de transferência, e uma posição de destino de transferência de cada material de aço-alvo de transferência (lote)) obtido a partir da seção de geração de instrução de trabalho de transferência 150, para gerenciar a distribuição física no depósito.

[000232] Aqui, quando o transportador 300 é operado por uma operação de acionamento de um motorista, a seção de instrução de trabalho de transferência 160 transmite um sinal de instrução de exibição para instruir a exibir uma imagem com base na instrução de trabalho de transferência, como uma instrução de transferência sinal, por exemplo, para um dispositivo de exibição incluído no transportador 300. Quando se recebe o sinal de instrução de transferência, um computador incluído no transportador 300 gera dados de exibição que exibem os conteúdos da instrução de transferência com base no sinal de instrução de transferência e exibe uma imagem que é decidida com base nos dados de exibição gerados, no dispositivo de exibição incluído no transportador 300. Com base na exibição da imagem, o(a) motorista especifica a temporização quando o transportador 300 acionado pelo(a) mesmo(a) precisa transferir o material de aço, o material de aço, e um endereço em que o material de aço existe e um endereço do destino de transferência do material de aço (endereços de Origem-Destino) para acionar o transportador 300. Como um resultado, o transportador 300 realiza a operação para transferir o material de aço de acordo com a instrução de trabalho de transferência decidida com base no sinal de instrução de transferência.

[000233] Por outro lado, quando o transportador 300 opera automaticamente sem depender da operação de acionamento do



motorista, um sinal de controle para instruir o transportador 300 a operar de acordo com a instrução de trabalho de transferência é transmitido como o sinal de instrução de transferência. Adicionalmente, nesse caso, o transportador 300 recebe periodicamente, a partir do computador de sistema de gerenciamento de material de aço 200, um sinal de estado atual de depósito que indica um estado atual de cada material de aço colocado no depósito. Concretamente, o sinal de presente estado de depósito é um sinal que indica, por exemplo, qual material de aço é empilhado em qual posição a partir do topo (fundo) e em qual endereço no depósito no presente momento. Com base no sinal de controle transmitido a partir da seção de instrução de trabalho de transferência 160 e no sinal de estado atual de depósito transmitido a partir do computador de sistema de gerenciamento de material de aço 200, o transportador 300 realiza a operação para transferir os materiais de aço de acordo com a instrução de trabalho de transferência decidida com base no sinal de instrução de transferência.

[000234] Conforme descrito acima, quando o transportador 300 opera automaticamente sem depender da operação de acionamento do motorista, o aparelho de gerenciamento de depósito 100 tem uma função como um aparelho de controle de transportador que controla a operação do transportador 300. No caso, é possível configurar um sistema de gerenciamento de depósito que tem o aparelho de gerenciamento de depósito 100 que funciona como o aparelho de controle de transportador e um transportador 300 ou mais. Nesse caso, conforme descrito acima, o transportador 300 realiza automaticamente a operação para transferir os materiais de aço de acordo com a instrução de trabalho de transferência decidida com base no sinal de instrução de transferência, com base no sinal de instrução de trabalho de transferência recebido a partir da seção de instrução de trabalho de transferência 160 e no sinal de estado atual de depósito recebido a partir

do computador de sistema de gerenciamento de material de aço 200 que é um aparelho externo.

[000235] A seção de instrução de trabalho de transferência 160 pode ser concretizada, por exemplo, pela interface de comunicação do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que se comunica com o transportador 300 como um guindaste e pela CPU do aparelho de gerenciamento de depósito 100 que executa um programa armazenado na ROM ou similares com o uso da RAM como uma área de trabalho.

[000236] Conforme descrito acima, nessa modalidade, com o uso das variáveis de decisão, o tempo de transferência inicial ( $k_{it}[i]$ ) • o tempo de transferência final ( $k_{ft}[i]$ ) de cada um dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que inclui os materiais a chegar e os materiais que já estão chegando, a expressão de restrição de transferência em relação à ordem de transferência dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  e a função objetiva de transferência para minimizar o tempo durante o qual os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  fica no curso de ser transferido para a pilha principal são expressas, e nos valores ótimos ( $k_{itopt}[i]$ ,  $k_{ftopt}[i]$ ) do tempo de transferência inicial • o tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  são derivados de modo que a função objetiva de transferência  $J_A$  seja minimizada dentro da faixa que satisfaz a expressão de restrição de transferência. Portanto, mesmo na situação em que os materiais que já estão chegando e os materiais a chegar ambos existem, é possível determinar qual material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  deve ser usado para o armazenamento temporário (para quebrar o estado de cadeia do conflito), com base nos valores ótimos ( $k_{itopt}[i]$ ,  $k_{ftopt}[i]$ ) do tempo de transferência inicial • o tempo de transferência final do material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$ . Portanto, mesmo na situação em que os materiais que já estão chegando e os materiais a chegar ambos existem, é possível calcular a temporização de

transferência ótima dos mesmos no depósito. Como um resultado, é possível transferir os materiais de aço em temporizações apropriadas.

[000237] Adicionalmente, nessa modalidade, os materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário são especificados com base nos valores ótimos ( $k_{it_{opt}[i]}$ ,  $k_{ft_{opt}[i]}$ ) do tempo de transferência inicial  $\cdot$  o tempo de transferência final dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$ . Então, em relação aos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário, com o uso, como a variável de decisão, da variável de relação de empilhamento ( $y[i_1][i_2][m]$ ) que é a variável 1-0 que toma o valor "1" quando as mesmas estão localizadas verticalmente adjacentes entre si na mesma pilha temporária  $m$ , e toma o valor "0" quando as mesmas não estão, a expressão de restrição de pilha temporária em relação à ordem de empilhamento na pilha temporária e a função objetiva de pilha temporária para minimizar o número das pilhas temporárias são expressas, e o valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento é derivado de modo que a função objetiva temporária  $J_B$  seja minimizada dentro da faixa que satisfaz a expressão de restrição de pilha temporária. Portanto, a partir do valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento, é possível decidir a ordem de empilhamento dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  que são os alvos do armazenamento temporário em cada pilha temporária  $m$ , que reduzem os espaços de armazenamento temporário tanto quanto possível.

[000238] Então, com base nos valores ótimos ( $k_{it_{opt}[i]}$ ,  $k_{ft_{opt}[i]}$ ) do tempo de transferência inicial  $\cdot$  o tempo de transferência final dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  e no valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento, a rota de transferências dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  são decididas. Portanto, é possível reduzir o número dos tempos de

transferência, do tempo de armazenamento temporário, e do espaço de armazenamento temporário tanto quanto possível, concretizar o gerenciamento eficaz do depósito, e evitar uma falha na recepção no depósito e o congestionamento dos materiais de aço na tabela de recepção.

[000239] Devido ao acima, é possível evitar uma diminuição de temperatura dos materiais de aço, a complicação do controle de aquecimento em uma fornalha de aquecimento de uma pós-etapa, e deterioração da qualidade dos produtos de material de aço.

#### (EXEMPLO DE MODIFICAÇÃO)

[000240] É preferível reduzir o número das pilhas temporárias  $m$  tanto quanto possível encontrando-se o valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento como nessa modalidade. Entretanto, o valor ótimo ( $y_{opt}[i_1][i_2][m]$ ) da variável de relação de empilhamento nem sempre deve ser encontrado. Por exemplo, quando existe espaço suficiente para o espaço de armazenamento no depósito, e quando o número dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes)  $i$  a serem armazenados temporariamente é pequeno, a pilha temporária pode ser formada para cada material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$ . Nesse caso, a seção de decisão de pilha temporária 140 não precisa emitir, para a seção de geração de instrução de trabalho de transferência 150, uma instrução para formar o mesmo número das pilhas temporárias que o número dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) que são os alvos do armazenamento temporário.

[000241] Adicionalmente, derivar o endereço de Origem-Destino como nessa modalidade é preferível porque isso possibilita a derivação automática da ordem de transferência e da rota de transferência de cada material de aço-alvo de transferência (lote). Entretanto, se o valor ótimo ( $k_{it_{opt}}[i]$ ) do tempo de transferência inicial, o valor ótimo ( $k_{ft_{opt}}[i]$ ) do tempo de transferência final, e as informações de pilha temporária ótima

(os materiais de aço-alvo de transferência (lotes) i que são os alvos do armazenamento temporário (e sua ordem de empilhamento) em cada pilha temporária m) forem encontrados e forem tornados acessíveis por um usuário, o endereço de Origem-Destino nem sempre deve ser derivado. Nesse caso, por exemplo, o usuário pode decidir o endereço de Origem-Destino com base nos mesmos. Adicionalmente, nessa modalidade, o aparelho de gerenciamento de depósito 100 controla a operação do transportador 300 com base no endereço de Origem-Destino, mas o endereço de Origem-Destino pode ser inserido a um aparelho de processamento de informações diferente do aparelho de gerenciamento de depósito 100 e esse aparelho de processamento de informações pode controlar a operação do transportador 300.

[000242] Adicionalmente, nessa modalidade, o caso em que os materiais de aço são os alvos da transferência é descrito como um exemplo. Entretanto, os alvos da transferência nem sempre devem ser os materiais de aço. Por exemplo, essa modalidade é aplicável a um processo de fabricação de metal dos materiais de metal de fabricação como alumínio, titânio, cobre, ou similares, em vez dos materiais de aço. Nesse caso, "material de aço" na descrição acima pode ser substituído por "material de metal" como "material de alumínio".

[000243] Adicionalmente, o espaço de armazenamento entre etapas pode ser o espaço de armazenamento entre duas etapas de fabricação e o material de metal pode ser um produto semifinalizado, ou o espaço de armazenamento entre etapas pode ser o espaço de armazenamento entre uma etapa de fabricação e uma etapa de envio e o material de metal pode ser um produto final. Nesse momento, quando uma pluralidade de materiais de metal é transportada e disposta enquanto alojada em um contentor, o contentor que aloja os materiais de metal pode ser manuseado como um material de aço. Adicionalmente, o espaço de armazenamento entre etapas não é limitado ao espaço de

armazenamento no processo de fabricação de metal, e pode ser um comum na distribuição e transferência entre as etapas. No caso de distribuição físico, a aplicação também para a transferência e disposição dos contentores é possível, independentemente dos conteúdos nos mesmos. Portanto, na presente invenção, o material de metal inclui pelo menos um dentre um produto final, um produto semifinalizado, e um contentor.

[000244] Quando todas as dimensões (tamanhos) são as mesmas que aquelas dos contentores, nenhum empilhamento reverso ocorre, e, portanto, (C) a restrição em relação ao tamanho (iii) na restrição de ordem de empilhamento (aparência) não é necessária.

#### (CONFIGURAÇÃO DE HARDWARE)

[000245] A Figura 8 é um diagrama que mostra um exemplo de uma configuração de hardware do aparelho de gerenciamento de depósito 100.

[000246] Conforme mostrado na Figura 8, o aparelho de gerenciamento de depósito 100 tem uma CPU (Unidade de Processamento Central) 801, uma ROM (Memória de Somente Leitura) 802, uma RAM (Memória de Acesso Aleatório) 803, um PD (Dispositivo Apontador) 804, um HD (Disco Rígido) 805, um dispositivo de exibição 806, um alto-falante 807, uma I/F de comunicação (Interface) 808, e um barramento de sistema 809.

[000247] A CPU 801 controla centralmente a operação no aparelho de gerenciamento de depósito 100 e controla as partes (802 a 808) do aparelho de gerenciamento de depósito 100 por meio do barramento de sistema 809.

[000248] A ROM 802 armazena BIOS (Sistema Básico de Entrada/Saída) e um programa de sistema operacional (OS) que são os programas de controle da CPU 801, programas necessários para a CPU 801 executar os processos supracitados, e assim por diante.

[000249] A RAM 803 funciona como uma memória principal, uma área de trabalho, e assim por diante, da CPU 801. Na execução dos processos, a CPU 801 realiza vários tipos de operações através do carregamento, para a RAM 803, programas de computador necessários e similares a partir da ROM 802 e informações necessárias e similares do HD 805 e através da execução de processos dos programas de computador e similares e as informações e similares.

[000250] O PD 804 inclui, por exemplo, um mouse, um teclado, e assim por diante, e forma meio de entrada de operação usado para um operador realizar uma inserção de operação ao aparelho de gerenciamento de depósito 100 quando necessário.

[000251] O HD 805 forma um meio de armazenamento que armazena vários tipos de informações, dados, arquivos, e assim por diante.

[000252] O dispositivo de exibição 806 forma um meio de exibição que exibe vários tipos de informações e imagens com base no controle pela CPU 801.

[000253] O alto-falante 807 forma um meio de entrada de som que emite som relacionado a vários tipos de informações com base no controle pela CPU 801.

[000254] A I/F de comunicação 808 se comunica com um aparelho externo para vários tipos de informações e assim por diante por meio de uma rede com base no controle pela CPU 801.

[000255] O barramento de sistema 809 é um barramento para conectar a CPU 801, a ROM 802, a RAM 803, o PD 804, o HD 805, o dispositivo de exibição 806, o alto-falante 807, e a I/F de comunicação 808 com a finalidade de habilitar sua comunicação mútua.

[000256] Observe que a modalidade da presente invenção descrita acima pode ser concretizada por um computador que executa um programa. Adicionalmente, um meio de gravação legível por computador que grava o programa e um produto de programa de

computador do programa e assim por diante também podem ser aplicados como modalidades da presente invenção. Como o meio de gravação, são utilizáveis, por exemplo, um disco flexível, um disco rígido, um disco óptico, um disco óptico-magnético, a CD-ROM, uma fita magnética, um cartão de memória não volátil, uma ROM, e similares.

[000257] Adicionalmente, todas as modalidades da presente invenção descritas acima somente ilustram exemplos concretos na realização da presente invenção, e o escopo técnico da presente invenção não deveria ser interpretado de forma limitada pelos mesmos. Isto é, a presente invenção pode ser incorporada em várias formas sem sair de sua ideia técnica ou seus recursos principais.

#### (RELAÇÃO COM AS REIVINDICAÇÕES)

##### <REIVINDICAÇÃO 1 (8, 15)>

[000264] Um meio de obtenção de informações (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de obtenção de informações de material de aço 110 (Etapa S201).

[000265] As informações de identificação de material de metal são concretizadas, por exemplo, pelo material de aço-alvo de transferência (lote) i.

[000266] As informações de pilha principal são concretizadas, por exemplo, pelo número de pilha principal e pela posição de empilhamento de pilha principal.

[000267] As informações para especificar a pilha principal são concretizadas, por exemplo, pelo número de pilha principal.

[000268] As informações sobre uma posição de empilhamento do material de metal relevante na pilha principal são concretizadas, por exemplo, pela posição de empilhamento de pilha principal.

[000269] As informações de pilha original são concretizadas, por exemplo, pelo número de pilha original e pela posição de empilhamento de pilha original.



[000270] As informações para especificar a qual pilha original composta de materiais de metal empilhados no depósito em um presente momento o material de metal relevante pertence são concretizadas, por exemplo, pelo número de pilha original.

[000271] As informações sobre uma posição de empilhamento, na pilha original relevante, do material de metal relevante que já chegou são concretizadas, por exemplo, pela posição de empilhamento de pilha original.

[000272] As informações de tempo de chegada agendada são concretizadas, por exemplo, pelo tempo de chegada agendada na tabela de recepção.

[000273] Um meio de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131 e pela seção de estabelecimento de expressão de restrição de tempo de transferência 132 (Etapas S301 to S308).

[000274] Um tempo de transferência expressão de restrição é concretizado, por exemplo, pela expressão (1), pela expressão (2), pela expressão (3), pela expressão (4), pela expressão (5-1), pela expressão (5-2), pela expressão (6-1), pela expressão (6-2), pela expressão (6-3), e pela expressão (7).

[000275] Um meio de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de estabelecimento de variável de tempo de transferência 131 e pela seção de estabelecimento de função objetiva de tempo de transferência 133 (Etapas S301, S302, S309 a S311).

[000276] Uma função objetiva de tempo de transferência é concretizada, por exemplo, pela expressão (10). Aqui, um tempo durante o qual o material de aço-alvo de transferência fica em um curso para ser transferido para a pilha principal é concretizado, por exemplo,

pelo tempo temporário de armazenamento total e o tempo de espera total na tabela de recepção (a soma linear ponderada dos mesmos).

[000277] Um meio de cálculo de solução ótima de tempo de transferência (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de cálculo de solução ótima de tempo de transferência 134 (Etapa S312).

[000278] Um meio de decisão de pilha temporária (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de decisão de pilha temporária 140 que decide o material de aço-alvo de transferência (lote)  $i$  que é o alvo do armazenamento temporário.

#### <REIVINDICAÇÕES 2, 3 (9, 10)>

[000279] Um meio de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 e pela seção de estabelecimento de expressão de restrição de pilha temporária 142 (Etapas S401 a S408).

[000280] Uma primeira expressão de restrição de pilha temporária é concretizada, por exemplo, pela expressão (13-1), pela expressão (13-2), e pela expressão (13-3).

[000281] Uma variável 1-0 de relação de empilhamento é concretizada, por exemplo, pela variável de relação de empilhamento  $(y[i_1][i_2][m])$ .

[000282] Uma segunda expressão de restrição de pilha temporária é concretizada, por exemplo, pela expressão (14).

[000283] Uma variável 1-0 de necessidade de pilha temporária é concretizada, por exemplo, pela variável de determinação de necessidade de pilha temporária  $(\delta[m])$ .

[000284] Um meio de estabelecimento de função objetiva de pilha temporária (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de estabelecimento de variável de pilha temporária 141 e pela seção de estabelecimento de função objetiva de pilha temporária 143 (Etapas

S403, S409).

[000285] Uma função objetiva de pilha temporária é concretizada, por exemplo, pela expressão (15).

[000286] Um meio de cálculo de solução ótima de pilha temporária (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de cálculo de solução ótima de pilha temporária 144 (Etapa S410).

[000287] Um meio de geração de informações de pilha temporária (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de geração de informações de pilha temporária 145 (Etapa S411).

[000288] As informações de pilha temporária são concretizadas, por exemplo, pelas informações sobre a ordem de empilhamento dos materiais de aço-alvo de transferência (lotes) i que são os alvos do armazenamento temporário, em cada pilha temporária m.

#### <REIVINDICAÇÃO 4 (11)>

[000289] Uma primeira expressão de restrição de tempo de transferência inicial é concretizada, por exemplo, pela expressão (3).

[000290] Uma segunda expressão de restrição de tempo de transferência inicial é concretizada, por exemplo, pela expressão (4).

[000291] Uma expressão de restrição de tempo de transferência final é concretizada, por exemplo, pela expressão (7).

[000292] Uma expressão de restrição de transferência simultânea do transportador é concretizada, por exemplo, pela expressão (6-1), pela expressão (6-2), e pela expressão (6-3).

[000293] Uma função objetiva de tempo de transferência é concretizada, por exemplo, pela expressão (8).

#### <REIVINDICAÇÃO 5 (12)>

[000294] As informações de espaço vazio são concretizadas, por exemplo, pelo endereço vazio.

[000295] Um meio de geração de instrução de trabalho de transferência (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de

geração de instrução de trabalho de transferência 150 (Etapa S205).

Um meio de instrução de trabalho de transferência (etapa) é concretizado, por exemplo, pela seção de instrução de trabalho de transferência 160 (Etapa S206).

#### APLICABILIDADE INDUSTRIAL

[000296] A presente invenção é aplicável para uso quando os materiais de metal que já chegaram a um depósito e materiais de metal que ainda não chegaram são transferidos e são descarregados para uma etapa subsequente por um transportador.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de gerenciamento de depósito (100), **caracterizado pelo fato de** que o aparelho é configurado para gerenciar um arranjo de materiais de metal (A a E) que já chegaram a um depósito e materiais de metal (F) que ainda não chegaram ao depósito, para fazer com que um transportador automatizado (1A, 1B, 2A, 2B) transfira os materiais de metal (A a F) e para criar uma pilha principal (X) composta pelos materiais de metal empilhados (A a F) em uma ordem de empilhamento que é de acordo com uma ordem de entrega para uma etapa posterior do depósito, em que os materiais de metal (A a F) são transferidos em unidades de transferência que cada uma inclui um ou mais materiais de metal, sendo que o depósito é um espaço de armazenamento entre etapas (501 a 504) em que os materiais de metal (A a F) são dispostos, e os materiais de metal (A a F) incluem pelo menos um dentre produtos semifinalizados, produtos finais, e contentores, sendo que o aparelho compreende:

circuito de processamento (801) configurado para:

obter de uma fonte externa:

informações de identificação de material de metal que identificam materiais de metal (A a E) que já chegaram e materiais de metal (F) que ainda não chegaram,

informações de pilha principal que identificam uma pilha principal (X), pelo menos um material de metal (A a F) respectivo para o qual a pilha principal identificada é um respectivo destino de transferência, e uma respectiva posição de empilhamento de cada um dos pelo menos um respectivo material de metal na pilha principal;

informações de pilha original que, para cada um de pelo menos um material de metal (A a E) que já chegou e já está em uma respectiva pilha original (Y) no depósito, identifica a respectiva pilha original e a respectiva posição de empilhamento dentro da respectiva

pilha original, na qual cada um do pelo menos um material de metal está empilhado, e

informações de tempo de chegada agendada que identificam um respectivo tempo de chegada agendada em uma entrada de recepção do depósito para cada um de pelo menos um material de metal (F) que ainda não chegou;

expressão de restrição de tempo de transferência definida para respectivos materiais de metal-alvo de transferência (A a F), em que:

(I) cada uma das expressões de restrição de tempo de transferência (a) se baseia nas informações obtidas e (b) para uma respectiva unidade de transferência identificada na respectiva expressão por um número respectivo, expressa, em relação a um tempo atual, uma variável respectiva que é uma restrição em um tempo de transferência, por um transportador automatizado (1A, 1B, 2A, 2B), do respectivo material alvo de transferência (A a F) na unidade de transferência identificada; e

(II) as variáveis incluem pelo menos um dentre um tempo de transferência inicial, que é um primeiro tempo de início de transferência, e um tempo de transferência final, que é um tempo de início de uma transferência para a pilha principal (X);

definir, para os respectivos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) e com base nas informações obtidas, funções objetivas de tempo de transferência que cada (a) inclui, como uma variável, pelo menos um dentre o tempo de transferência inicial e o tempo de transferência final definido para um respectivo dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) e (b) expressa um tempo durante o qual o respectivo material de metal-alvo de transferência fica em um curso para ser transferido para a pilha principal (X);

calcula, para cada um dos materiais de metal-alvo de

transferência (A a F), um valor ótimo do tempo de transferência inicial e um valor ótimo do tempo de transferência final com a finalidade de satisfazer a expressão de restrição do tempo de transferência do respectivo material de metal-alvo e minimiza um valor da função objetiva de tempo de transferência; e

determina, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) e com base no respectivo valor ótimo do tempo de transferência inicial e no valor ótimo do tempo de transferência final calculado para o respectivo material de metal-alvo de transferência, se ou não o respectivo material de metal-alvo de transferência precisa ser designado como alvo para armazenamento temporário no depósito em uma pilha temporária antes de ser transferido para a pilha principal,

em que o transportador automatizado (1A, 1B, 2A, 2B) está configurado para:

realizar uma primeira transferência de pelo menos um dentre os materiais de metal-alvo de transferência (A a F) no valor ótimo do tempo de transferência inicial,

transferir o pelo menos um material de metal-alvo de transferência (A a F) para a pilha principal (X) no valor ótimo do tempo de transferência final, e

armazenar o material de metal-alvo de transferência (A a F) como um alvo para armazenamento temporário no depósito, no valor ótimo do primeiro tempo de transferência inicial.

2. Aparelho de gerenciamento de depósito (100), de acordo com a reivindicação 1,

**caracterizado pelo fato de** que para a determinação, o circuito de processamento (801) está configurado para:

definir uma expressão de restrição de pilha temporária com base nas informações sobre os materiais de metal-alvo de transferência (A a F) que são os alvos do armazenamento temporário, em que a

expressão de restrição de pilha temporária inclui:

uma primeira expressão de restrição de pilha temporária que inclui uma variável de relação de empilhamento que (a) representa uma alocação de uma pluralidade dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) que são os alvos do armazenamento temporário para a pilha temporária, (b) representa e expressa uma restrição relacionada a uma ordem de empilhamento dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F), na pilha temporária, e (c) é uma variável binária que pode assumir o valor de "1" ou "0"; e

uma segunda expressão de restrição de pilha temporária que:

(I) que inclui pelo menos uma variável de necessidade de pilha temporária que (a) representa se ou não cada um do pelo menos um dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) que são os alvos do armazenamento temporário é alocado ou não a uma respectiva pilha temporária candidata, a alocação referente à respectiva pilha temporária candidata por um número que corresponde a um número que representa o respectivo material de metal-alvo de transferência (A a F) em uma pilha atual e (b) é uma variável binária que pode assumir um valor de "1" ou "0"; e;

(II) define um limite inferior de uma soma das variáveis de necessidade de pilha temporária;

definir uma função objetiva de pilha temporária que (a) é baseada nas informações sobre os materiais de metal-alvo de transferência (A a F) que são os alvos do armazenamento temporário, (b) inclui as variáveis de necessidade de pilha temporária como uma variável, e (c) expressa o número das pilhas temporárias para as quais os materiais de metal-alvo de transferência (A a F) que são os alvos do armazenamento temporário são alocados, através da soma das variáveis de necessidade de pilha temporária;



calcula um valor ótimo da variável de relação de empilhamento, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) que são os alvos do armazenamento temporário, com a finalidade de satisfazer a expressão de restrição de pilha temporária e minimizar um valor da função objetiva de pilha temporária; e

com base no valor ótimo da variável de relação de empilhamento, gera informações de pilha temporária que incluem para o respectivo material de metal-alvo de transferência (A a F) que é o alvo do armazenamento temporário:

informações que especifiquem a respectiva pilha temporária para a qual o respectivo material de metal-alvo de transferência (A a F) é alocado; e

informações sobre uma posição de empilhamento do respectivo material de metal-alvo de transferência (A a F) na pilha temporária.

3. Aparelho de gerenciamento de depósito (100), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de** que:

a variável de relação de empilhamento, quando definida como "1", representa uma condição que, de dois materiais de metal-alvo de transferência que são alvos do armazenamento temporário alocados para uma mesma pilha temporária, um dos dois materiais de metal-alvo de transferência é alocado para um lado inferior da mesma pilha temporária e o outro dos dois materiais de metal-alvo de transferência é alocado para o lado superior da mesma pilha temporária e, quando definido como "0", representa negação da condição;

a primeira expressão de restrição de pilha temporária inclui uma expressão de restrição de ordem de empilhamento que, usando a variável de relação de empilhamento, expressa que os materiais de metal de destino de transferência que são os alvos do armazenamento

temporário são dispostos de um lado inferior da pilha temporária em ordem crescente do valor ótimo do tempo de transferência inicial e são dispostos do lado superior da pilha temporária em ordem crescente do valor ótimo do tempo de transferência final; e

a segunda expressão de restrição de pilha temporária inclui uma expressão de restrição de altura de pilha que, usando a variável de necessidade de pilha temporária, expressa que o número de materiais de metal-alvo de transferência empilhados que são os alvos do armazenamento temporário na pilha temporária é igual ou menor que um número predeterminado.

4. Aparelho de gerenciamento de depósito (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que:

a expressão de restrição de tempo de transferência inclui:

uma primeira expressão de restrição de tempo de transferência inicial que expressa que um tempo de soma do tempo de transferência inicial e um tempo de transferência por um transportador do material de metal-alvo de transferência a chegar é anterior ao tempo de transferência inicial de um material de metal-alvo de transferência a chegar que chega em seguida;

uma segunda expressão de restrição de tempo de transferência inicial que expressa que, na mesma pilha original (Y), um tempo de soma do tempo de transferência inicial e o tempo de transferência pelo transportador do material de metal-alvo de transferência disposto no lado superior é anterior ao tempo de transferência inicial do material de metal-alvo de transferência disposto em um lado inferior do mesmo;

uma expressão de restrição de tempo de transferência final que expressa que, na mesma pilha principal (X), o tempo de transferência final do material de metal-alvo de transferência disposto no lado superior é posterior a uma soma do tempo do tempo de

transferência final e do tempo de transferência pelo transportador, do material de metal-alvo de transferência disposto em um lado inferior do mesmo; e

uma expressão de restrição de transferência simultânea de uma transportadora que, usando os tempos de transferência iniciais de um material de metal-alvo de transferência que ainda não chegou e de um material de metal-alvo de transferência que já chegou, expressa que um período de tempo em que o material de metal-alvo de transferência que ainda não chegou é transferido primeiro pelo transportador e um período de tempo em que o material de metal-alvo de transferência que já chegou é transferido primeiro pelo transportador não se sobrepõe, sendo os períodos de tempo relativos a um momento presente; e

a função objetivo do tempo de transferência é uma soma linear ponderada de uma soma das diferenças temporais entre os tempos de transferência finais e os tempos de transferência iniciais dos respectivos materiais de metal-alvo de transferência e uma soma de diferenças temporais entre os tempos de transferência iniciais e os tempos programados de chegada dos respectivos materiais de metal-alvo de transferência que ainda não chegaram.

5. Aparelho de gerenciamento de depósito (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o circuito de processamento (801) é ainda configurado para:

obter da fonte externa informações sobre o espaço vago indicando a posição de um espaço vago no depósito;

gerar informações de instrução de trabalho de transferência, incluindo uma rota de transferência de cada um dos materiais de metal-alvo de transferência pelo transportador, as informações de instruções de trabalho de transferência sendo baseadas no tempo de transferência inicial, no tempo de transferência final, nas informações temporárias da pilha, incluindo as informações para especificar o destino de

transferência material de metal que é o alvo do armazenamento temporário, as informações principais da pilha, as informações originais da pilha e as informações sobre o espaço vago; e

enviar para a transportadora um sinal de instrução de trabalho de transferência com base nas informações da instrução de trabalho de transferência.

6. Aparelho de gerenciamento de depósito (100), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de** que o sinal de instrução de trabalho de transferência é um sinal de instrução de exibição para instruir uma exibição das informações de instrução de trabalho de transferência por um dispositivo de exibição incluído no transportador.

7. Aparelho de gerenciamento de depósito (100), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de** que:

o sinal de instrução de trabalho de transferência é um sinal de controle para instruir uma operação de acordo com as informações da instrução de trabalho de transferência; e

o transportador está configurado para operar automaticamente com base no sinal de controle.

8. Método de gerenciamento de depósito, **caracterizado pelo fato de** que é para gerenciar um arranjo de materiais de metal (A a E) que já chegaram a um depósito e materiais de metal (F) que ainda não chegaram ao depósito, para fazer com que um transportador automatizado (1A, 1B, 2A, 2B) transfira os materiais de metal (A a F) e para criar uma pilha principal (X) composta por os materiais de metal empilhados (A a F) em uma ordem de empilhamento que está de acordo com uma ordem de entrega para uma etapa posterior do depósito, em que os materiais de metal (A a F) são transferidos em unidades de transferência que incluem cada uma, um ou mais materiais de metal, sendo que o depósito é um espaço de armazenamento entre etapas

(501 a 504) onde os materiais de metal (A a F) estão dispostos, e os materiais de metal incluem pelo menos um dentre os produtos semifinalizados, produtos finais e contentores, o método compreendendo:

obter, através de circuito de processamento (801) de um computador e de uma fonte externa:

informações de identificação de materiais de metal que identificam materiais de metal (A a E) que já chegaram e materiais de metal que ainda não chegaram (F);

informações da pilha principal que identificam uma pilha principal (X), pelo menos um material de metal (A a F) respectivo para o qual a pilha principal identificada é um destino de transferência respectivo e uma posição de empilhamento respectiva de cada um dos pelo menos um material de metal respectivo na pilha principal;

informações da pilha original que, para cada um de pelo menos um material de metal (A a E) que já chegou e já está em uma respectiva pilha original (Y) no depósito, identifica a respectiva pilha original e a respectiva posição de empilhamento na respectiva pilha original na qual cada um dos pelo menos um material de metal está empilhado; e

informações de tempo de chegada agendada que identificam um respectivo tempo de chegada agndada na entrada da recepção do depósito para cada um de pelo menos um material de metal (F) que ainda não chegou;

definir, pelo circuito de processamento (801) do computador, expressões de restrição de tempo de transferência para os respectivos materiais de metal-alvo de transferência (A a F), em que:

(I) cada uma das expressões de restrição de tempo de transferência (a) é baseada nas informações obtidas e (b) para uma respectiva unidade de transferência identificada na respectiva

expressão por um número respectivo, expressa, em relação a um tempo atual, uma variável respectiva que é uma restrição no momento da transferência, pelo transportador automatizado (1A, 1B, 2A, 2B), do respectivo material-alvo de transferência (A a F) na unidade de transferência identificada; e

(II) as variáveis incluem pelo menos um dentre um tempo de transferência inicial, que é um primeiro tempo de início da transferência e um tempo de transferência final, que é um tempo de início de uma transferência para a pilha principal (X);

definir, pelo circuito de processamento (801) do computador, para os respectivos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) e, com base nas informações obtidas, funções objetivas de tempo de transferência que cada (a) inclui, como uma variável, pelo menos um dentre o tempo de transferência inicial e o tempo de transferência final definido para um respectivo dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) e (b) expressa um tempo durante o qual o respectivo material de metal-alvo de transferência permanece no curso de ser transferido para a pilha principal (X);

calcular, pelo circuito de processamento (801) do computador, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F), um valor ótimo do tempo de transferência inicial e um valor ótimo do tempo de transferência final, a fim de satisfazer a expressão de restrição de tempo de transferência do respectivo material de metal-alvo de transferência e minimizar um valor da função objetiva do tempo de transferência;

determinar, pelo circuito de processamento (801) do computador, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência (A a F) e com base no respectivo valor ótimo do tempo inicial de transferência e no valor ótimo do tempo final de transferência calculado para o respectivo material de metal-alvo de transferência, se ou não o

respectivo material de metal-alvo de transferência precisa ser designado como alvo para armazenamento temporário no depósito em uma pilha temporária antes de ser transferido para a pilha principal;

realizar, pelo transportador automatizado (1A, 1B, 2A, 2B), uma primeira transferência de pelo menos um dentre os materiais de metal-alvo de transferência (A a F) no valor ótimo do tempo de transferência inicial,

transferir, pelo transportador automatizado (1A, 1B, 2A, 2B), o pelo menos um material de metal-alvo de transferência (A a F) para a pilha principal (X) no valor ótimo do tempo de transferência final, e

armazenar, pelo transportador automatizado (1A, 1B, 2A, 2B), o material de metal-alvo de transferência (A a F) como alvo para armazenamento temporário no depósito, no valor ótimo do primeiro tempo de transferência inicial.

9. Método de gerenciamento de depósito, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de** que a determinação inclui:

definir uma expressão de restrição de pilha temporária com base em informações sobre os materiais de metal-alvo de transferência que são os alvos do armazenamento temporário, a expressão de restrição de pilha temporária incluindo:

uma primeira expressão de restrição de pilha temporária que inclui uma variável de relação de empilhamento que (a) representa uma alocação de uma pluralidade de materiais de metal-alvo de transferência que são os alvos do armazenamento temporário para a pilha temporária, (b) representa e expressa uma restrição em relação a uma ordem de empilhamento dos materiais de metal-alvo de transferência, na pilha temporária, e (c) é uma variável binária que pode assumir um valor de "1" ou "0"; e

uma segunda expressão de restrição de pilha temporária que:

(I) inclui pelo menos uma variável de necessidade de pilha temporária que (a) representa se ou não cada um de pelo menos um dentre os materiais de metal-alvo de transferência que são os alvos do armazenamento temporário é alocado a uma respectiva pilha temporária candidata, a alocação referente à respectiva pilha temporária candidata por um número que corresponde a um número que representa o respectivo material de metal-alvo de transferência em uma pilha atual e (b) é uma variável binária que pode assumir um valor de "1" ou "0"; e

(II) define um limite inferior de uma soma das variáveis de necessidade de pilha temporária;

definir uma função objetiva de pilha temporária que (a) se baseie nas informações sobre os materiais de metal-alvo de transferência que são os alvos do armazenamento temporário, (b) inclua as variáveis de necessidade de pilha temporária como variável, e (c) expressa o número de pilhas temporárias às quais os materiais de metal-alvo de transferência que são os alvos do armazenamento temporário são alocados, pela soma das variáveis de necessidade pilha temporária;

calcular um valor ótimo da variável de relação de empilhamento, para cada um dos materiais de metal-alvo de transferência que são os alvos do armazenamento temporário, de modo a satisfazer a expressão de restrição de empilhamento temporário e minimizar um valor da função de objetivo de empilhamento temporário; e

com base no valor ótimo da variável de relação de empilhamento, gerando informações temporárias de empilhamento, incluindo, para um respectivo material de metal-alvo de transferência que é o alvo do armazenamento temporário:

Informações que especifiquem a respectiva pilha temporária



à qual o respectivo material de metal-alvo de transferência está alocado;  
e

informações sobre uma posição de empilhamento do respectivo material de metal-alvo de transferência na pilha temporária.

10. Método de gerenciamento de depósito, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de** que:

a variável de relação de empilhamento, quando definida como "1", representa uma condição que, de dois materiais de metal-alvo de transferência que são alvos do armazenamento temporário alocados para uma mesma pilha temporária, um dos dois materiais de metal-alvo de transferência é alocado para um lado inferior da mesma pilha temporária e o outro dos dois materiais de metal-alvo de transferência é alocado para o lado superior da mesma pilha temporária e, quando definido como "0", representa negação da condição;

a primeira expressão de restrição de pilha temporária inclui uma expressão de restrição de ordem de empilhamento que, usando a variável de relação de empilhamento, expressa que os materiais de metal-alvo de transferência que são os alvos do armazenamento temporário são dispostos de um lado inferior da pilha temporária em ordem crescente do valor ótimo do tempo de transferência inicial e são dispostos a partir do lado superior da pilha temporária em ordem crescente do valor ótimo do tempo de transferência final; e

a segunda expressão de restrição de pilha temporária inclui uma expressão de restrição de altura de pilha que, usando a variável de necessidade de pilha temporária, expressa que o número de materiais de metal-alvo de transferência empilhados que são os alvos do armazenamento temporário na pilha temporária é igual ou menor que um número determinado.

11. Método de gerenciamento de depósito, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de** que:

a expressão de restrição de tempo de transferência inclui:

uma primeira expressão de restrição de tempo de transferência inicial que expressa que um tempo de soma do tempo de transferência inicial e um tempo de transferência por um transportador do material de metal-alvo de transferência a chegar é anterior ao tempo de transferência inicial de um material de metal-alvo de transferência a chegar que chega em seguida;

uma segunda expressão de restrição de tempo de transferência inicial que expressa que, na mesma pilha original, um tempo de soma do tempo de transferência inicial e o tempo de transferência pelo transportador do material de metal-alvo de transferência disposto no lado superior é anterior ao tempo de transferência inicial do material de metal-alvo de transferência disposto em um lado inferior do mesmo;

uma expressão de restrição de tempo de transferência final que expressa que, na mesma pilha principal, o tempo de transferência final do material de metal-alvo de transferência disposto no lado superior é posterior a uma soma do tempo do tempo de transferência final e do tempo de transferência, pelo transportador, do material de metal-alvo de transferência disposto em um lado inferior do mesmo; e

uma expressão de restrição de transferência simultânea de uma transportadora que, usando os tempos de transferência iniciais de um material de metal-alvo de transferência que ainda não chegou e de um material de metal-alvo de transferência que já chegou, expressa que um período de tempo em que o material de metal-alvo de transferência que ainda não chegou é transferido primeiro pelo transportador e um período de tempo em que o material de metal-alvo de transferência que já chegou é transferido primeiro pelo transportador não se sobrepõe, sendo os períodos de tempo relativos a um momento presente; e

a função objetivo do tempo de transferência é uma soma

linear ponderada de uma soma das diferenças temporais entre os tempos de transferência finais e os tempos de transferência iniciais dos respectivos materiais de metal-alvo de transferência e uma soma de diferenças temporais entre os tempos de transferência iniciais e os tempos programados de chegada dos respectivos materiais de metal-alvo de transferência que ainda não chegaram.

12. Método de gerenciamento de depósito, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de** que compreende ainda:

obter, pelo circuito de processamento (801) e da fonte externa, informações sobre o espaço vago indicando a posição de um espaço vago no depósito;

gerar, pelo circuito de processamento (801), informações de instruções de trabalho de transferência, incluindo uma rota de transferência de cada um dos materiais de metal-alvo de transferência pelo transportador, sendo as informações de instruções de trabalho de transferência baseadas no tempo de transferência inicial, no tempo de transferência final, nas informações da pilha temporária, incluindo as informações para especificar o material de metal-alvo de transferência que é o alvo do armazenamento temporário, as informações da pilha principal, as informações da pilha original e as informações do espaço vago; e

emitir, pelo circuito de processamento (801) e para a transportadora, um sinal de instrução de trabalho de transferência com base nas informações da instrução de trabalho de transferência.

13. Método de gerenciamento de depósito, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de** que o sinal de instrução de trabalho de transferência é um sinal de instrução de exibição para instruir uma exibição das informações de instrução de trabalho de transferência por um dispositivo de exibição incluído no transportador.

14. Método de gerenciamento de depósito, de acordo com a

reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de** que:

o sinal de instrução de trabalho de transferência é um sinal de controle para instruir uma operação de acordo com as informações da instrução de trabalho de transferência; e

o transportador está configurado para operar automaticamente com base no sinal de controle.

FIG. 1

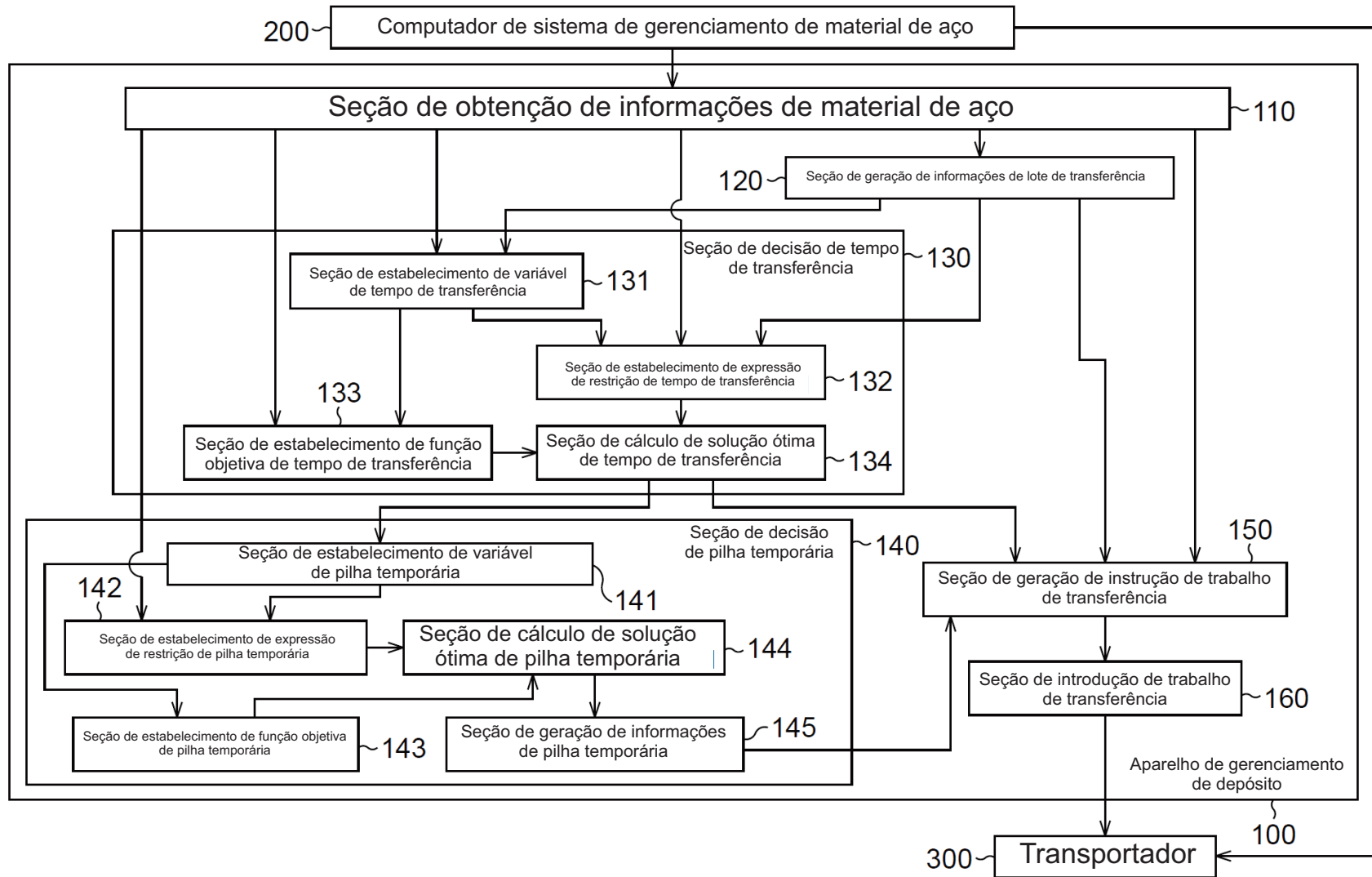


FIG. 2

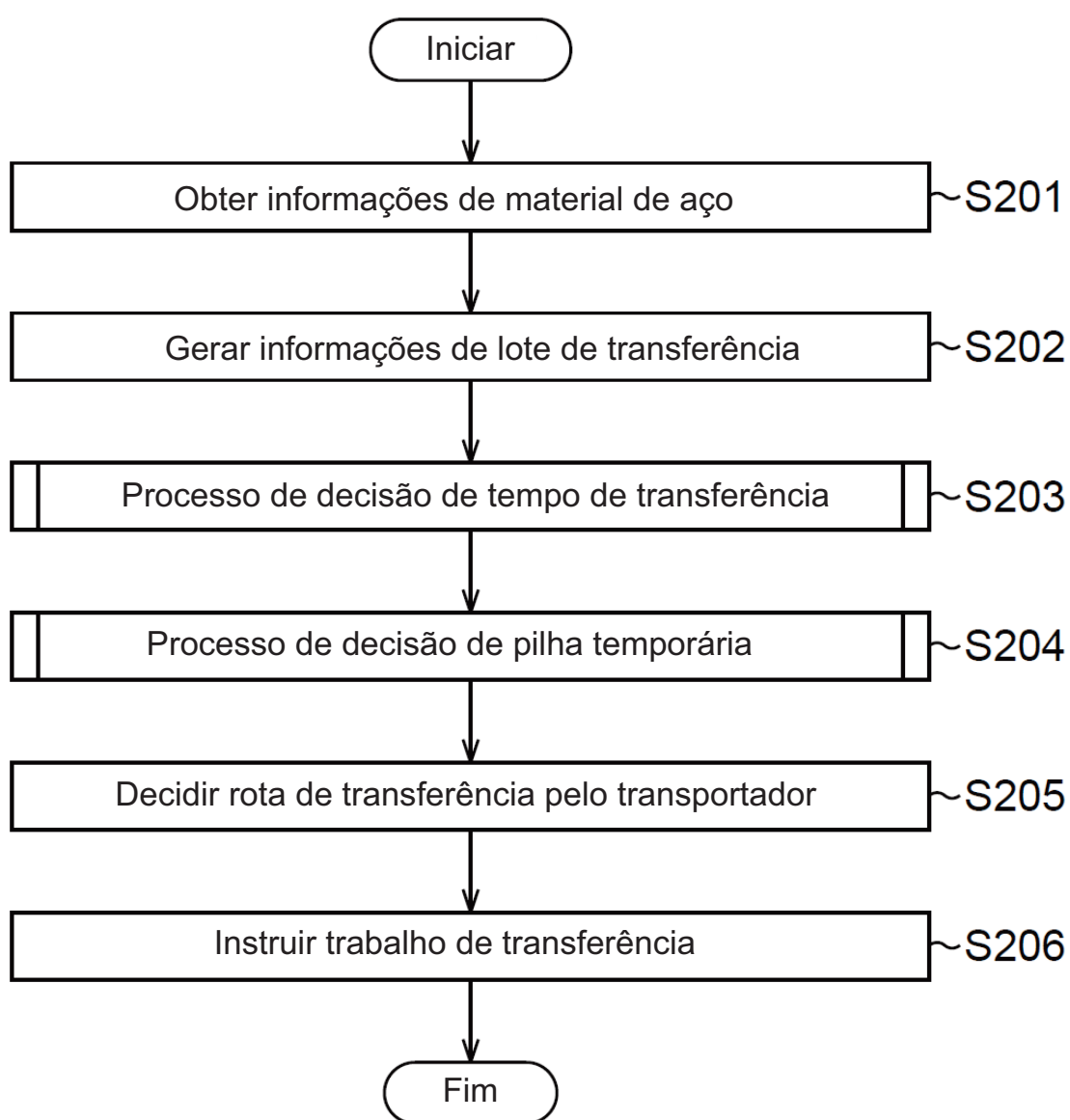


FIG. 3

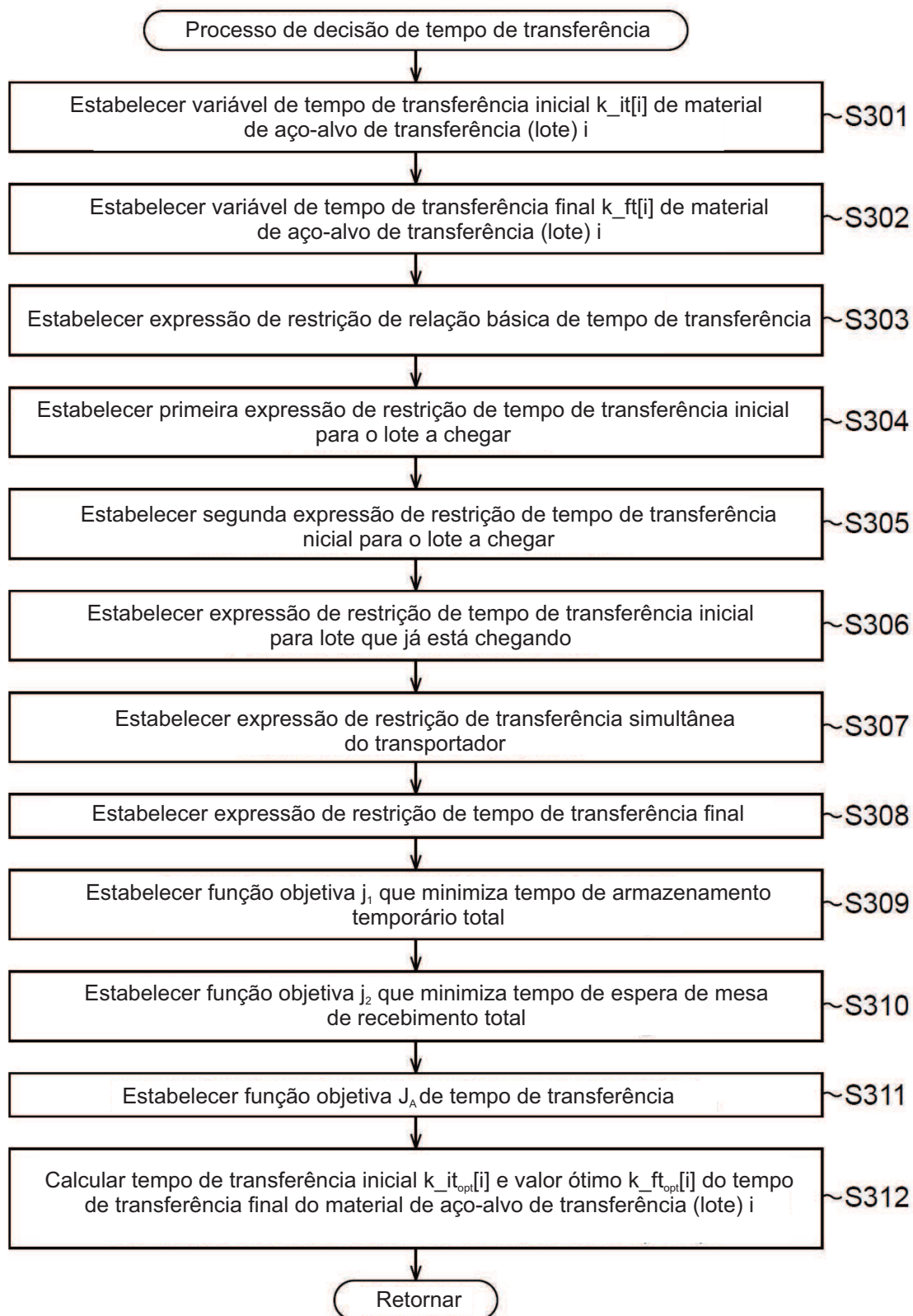


FIG. 4

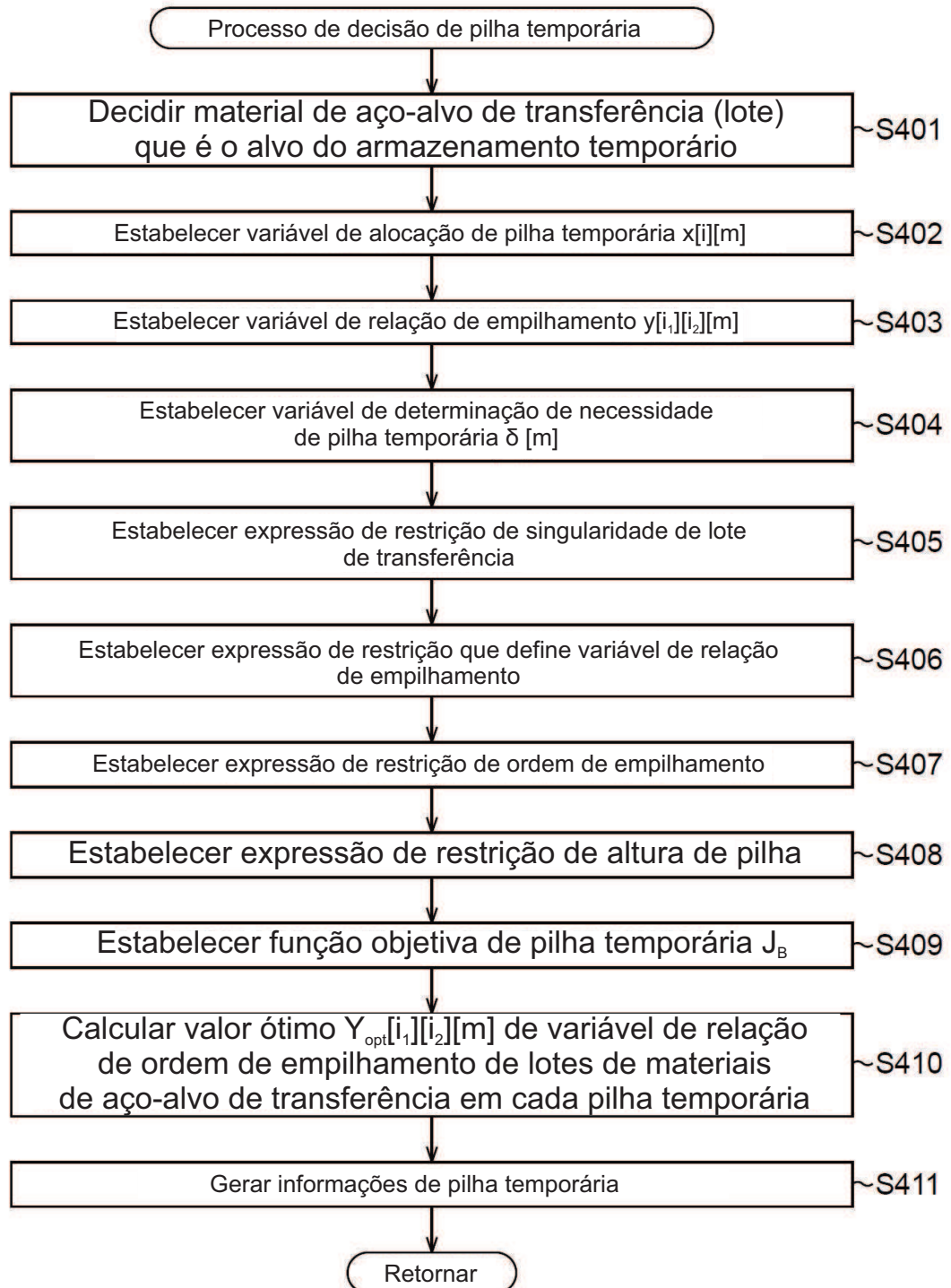




FIG. 5

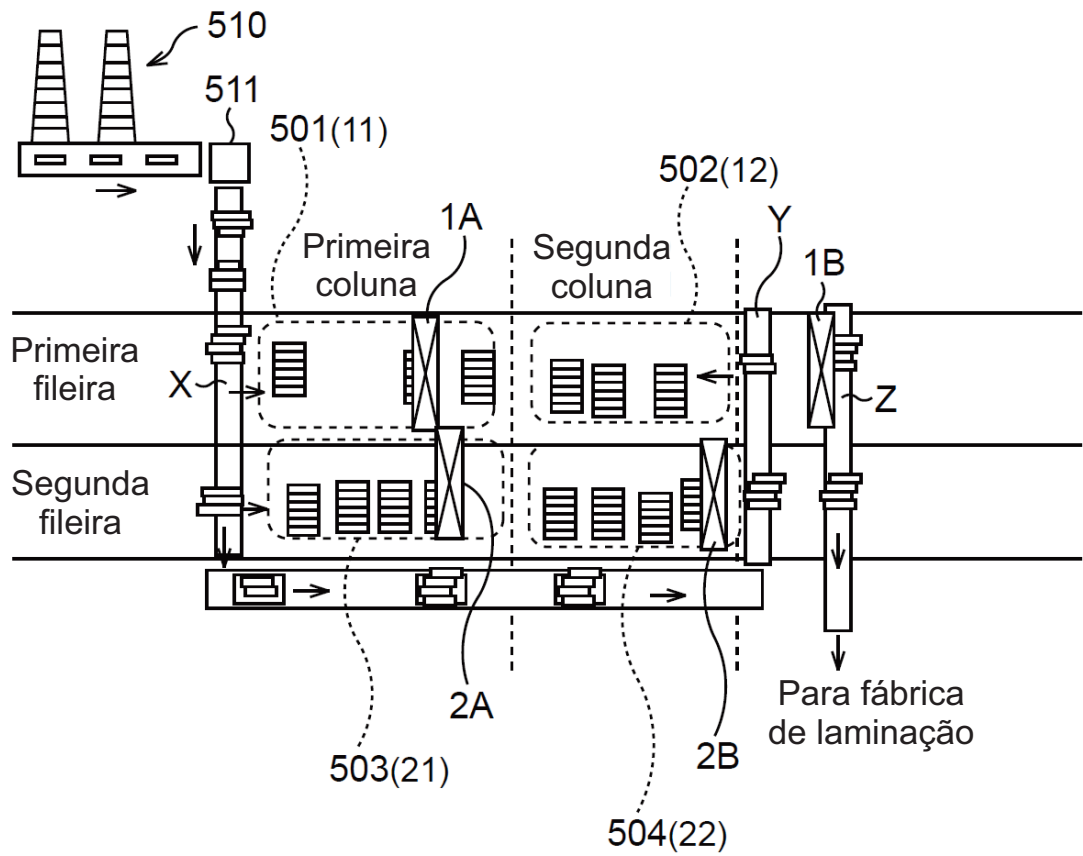


FIG. 6

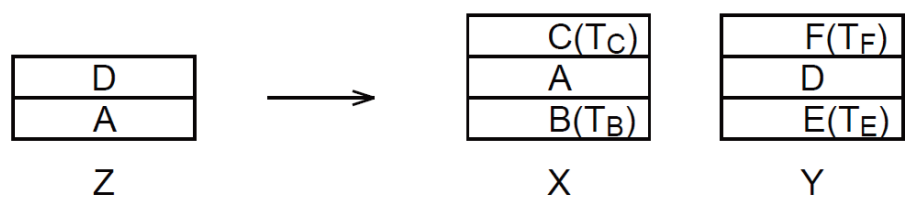


FIG. 7

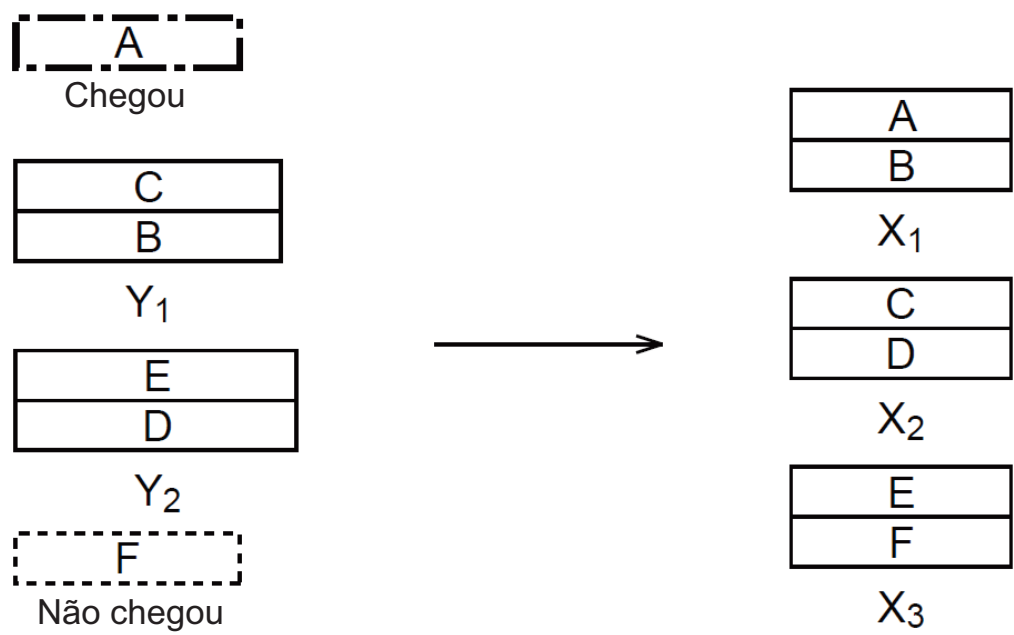


FIG. 8

