

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年2月13日(13.02.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/031301 A1

(51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/029808

(22) 国際出願日: 2018年8月8日(08.08.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: ギガフォトン株式会社(GIGAPHOTON INC.) [JP/JP]; 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 Tochigi (JP).

(72) 発明者: 阿部 邦彦(ABE, Kunihiro); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 峰岸 裕司(MINEGISHI, Yuji); 〒3238558 栃木

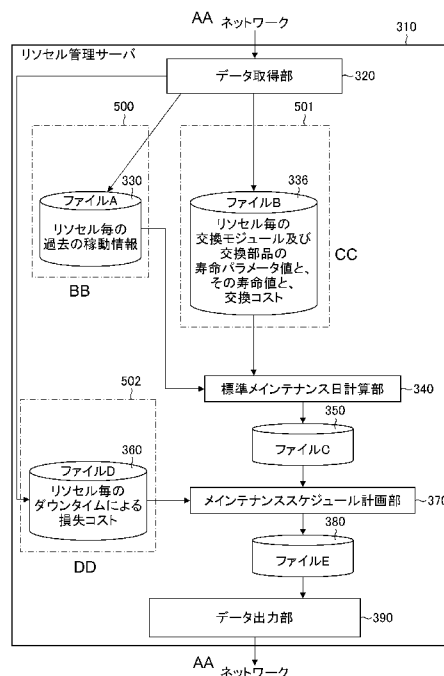
県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 若林 理(WAKABAYASHI, Osamu); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 松浦 憲三(MATSUURA, Kenzo); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル23階 私書箱第176号 新都城国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: MAINTENANCE MANAGEMENT METHOD FOR LITHOGRAPHY SYSTEM, MAINTENANCE MANAGEMENT DEVICE, AND COMPUTER-READABLE MEDIUM

(54) 発明の名称: リソグラフィシステムのメンテナンス管理方法、メンテナンス管理装置、及びコンピュータ可読媒体



310 Lithography cell maintenance server
320 Data acquisition unit
330 File A
336 File B
340 Standard maintenance date calculation unit
350 File C
360 File D
370 Maintenance schedule planning unit
380 File E
390 Data output unit
AA Network
BB Past operation information of each lithography cell
CC Lifetime parameter values of replacement module and replacement parts in each lithography cell, lifetime values and replacement costs thereof
DD Downtime loss cost in each lithography cell

(57) Abstract: A maintenance management method for a lithography system according to an aspect of the present disclosure comprises: organizing and storing operation information with respect to each lithography cell that is a device group of a set unit constituting the lithography system; organizing and storing maintenance information relating to consumables

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

in each lithography cell; calculating the standard maintenance timing of the consumables in each lithography cell on the basis of the operation information and the maintenance information relating to the consumables in each lithography cell; creating a maintenance schedule plan for each lithography cell or each production line on the basis of the standard maintenance timing, downtime information, and downtime loss cost information in each lithography cell or each production line; and outputting a creation result of the maintenance schedule plan.

(57) 要約：本開示の一観点に係るリソグラフィシステムのメンテナンス管理方法は、リソグラフィシステムを構成する1組単位の装置群であるリソグラフィセル毎に稼動情報を整理して保存することと、リソグラフィセル毎の消耗品に関するメンテナンス情報を整理して保存することと、リソグラフィセル毎の稼動情報及び消耗品に関するメンテナンス情報に基づいて、リソグラフィセル毎の消耗品の標準メンテナンス時期を計算することと、標準メンテナンス時期と、ダウンタイムの情報と、リソグラフィセル毎の又は製造ライン毎のダウンタイムによる損失コスト情報に基づいて、リソグラフィセル毎の又は製造ライン毎のメンテナンススケジュール計画を作成することと、メンテナンススケジュール計画の作成結果を出力することと、を含む。

明 細 書

発明の名称：

リソグラフィシステムのメンテナンス管理方法、メンテナンス管理装置、及びコンピュータ可読媒体

技術分野

[0001] 本開示は、リソグラフィシステムのメンテナンス管理方法、メンテナンス管理装置、及びコンピュータ可読媒体に関する。

背景技術

[0002] 半導体集積回路の微細化、高集積化につれて、半導体露光装置においては解像力の向上が要請されている。半導体露光装置を以下、単に「露光装置」という。このため露光用光源から出力される光の短波長化が進められている。露光用光源には、従来の水銀ランプに代わってガスレーザ装置が用いられている。現在、露光用のガスレーザ装置としては、波長248nmの紫外線を出力するKrFエキシマレーザ装置ならびに、波長193nmの紫外線を出力するArFエキシマレーザ装置が用いられている。

[0003] 現在の露光技術としては、露光装置側の投影レンズとウエハ間の間隙を液体で満たして、当該間隙の屈折率を変えることによって、露光用光源の見かけの波長を短波長化する液浸露光が実用化されている。ArFエキシマレーザ装置を露光用光源として用いて液浸露光が行われた場合は、ウエハには等価における波長134nmの紫外光が照射される。この技術をArF液浸露光という。ArF液浸露光はArF液浸リソグラフィとも呼ばれる。

[0004] KrF、ArFエキシマレーザ装置の自然発振におけるスペクトル線幅は約350～400pmと広いため、露光装置側の投影レンズによってウエハ上に縮小投影されるレーザ光（紫外線光）の色収差が発生して解像力が低下する。そこで色収差が無視できる程度となるまでガスレーザ装置から出力されるレーザ光のスペクトル線幅を狭帯域化する必要がある。スペクトル線幅はスペクトル幅とも呼ばれる。このためガスレーザ装置のレーザ共振器内に

は狭帯域化素子を有する狭帯域化部 (Line Narrow Module) が設けられ、この狭帯域化部によりスペクトル幅の狭帯域化が実現されている。なお、狭帯域化素子はエタロンやグレーティング等であってもよい。このようにスペクトル幅が狭帯域化されたレーザ装置を狭帯域化レーザ装置という。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許出願公開第2007/0252966号明細書

特許文献2：特開2013-179109号公報

特許文献3：特開2009-217718号公報

特許文献4：特開2011-197894号公報

特許文献5：米国特許第6697695号明細書

特許文献6：米国特許出願公開第2016/0254634号明細書

特許文献7：米国特許出願公開第2003/0013213号明細書

概要

[0006] 本開示の1つの観点に係るリソグラフィシステムのメンテナンス管理方法は、レジストの塗布、露光、及び現像を行うリソグラフィシステムを構成する1組単位の装置群であるリソグラフィセル毎に稼動情報を整理してリソグラフィセル毎の稼動情報を保存することと、リソグラフィセル毎に装置群の各装置におけるメンテナンスの対象となる消耗品に関するメンテナンス情報を整理してリソグラフィセル毎の消耗品に関するメンテナンス情報を保存することと、リソグラフィセル毎の稼動情報及びリソグラフィセル毎の消耗品に関するメンテナンス情報に基づいて、リソグラフィセル毎の消耗品の標準メンテナンス時期を計算することと、リソグラフィセル毎の消耗品の標準メンテナンス時期と、リソグラフィセル毎の消耗品を交換することによるダウンタイムの情報と、リソグラフィセル毎の又は2つ以上のリソグラフィセルを含む製造ライン毎のダウンタイムによる損失コスト情報に基づいて、リソグラフィセル毎の又は製造ライン毎のメンテナンススケジュール計画を作成することと、メンテナンススケジュール計画の作成結果

を出力することと、を含むメンテナンス管理方法である。

[0007] 本開示の他の1つの観点に係るリソグラフィシステムのメンテナンス管理装置は、レジストの塗布、露光、及び現像を行うリソグラフィシステムを構成する1組単位の装置群であるリソグラフィセル毎に稼動情報を整理してリソグラフィセル毎の稼動情報を保存する処理を行う稼動情報処理部と、リソグラフィセル毎に装置群の各装置におけるメンテナンスの対象となる消耗品に関するメンテナンス情報を整理してリソグラフィセル毎の消耗品に関するメンテナンス情報を保存する処理を行うメンテナンス情報処理部と、リソグラフィセル毎の稼動情報及びリソグラフィセル毎の消耗品に関するメンテナンス情報に基づいて、リソグラフィセル毎の消耗品の標準メンテナンス時期を計算する標準メンテナンス時期計算部と、リソグラフィセル毎の消耗品の標準メンテナンス時期と、リソグラフィセル毎の消耗品を交換することによるダウンタイムの情報と、リソグラフィセル毎の又は2つ以上のリソグラフィセルを含む製造ライン毎のダウンタイムによる損失コスト情報に基づいて、リソグラフィセル毎の又は製造ライン毎のメンテナンススケジュール計画を作成するメンテナンススケジュール計画部と、メンテナンススケジュール計画の作成結果を出力するデータ出力部と、を含むメンテナンス管理装置である。

[0008] 本開示の他の1つの観点に係るプログラムが記録された非一過性のコンピュータ可読媒体は、プロセッサにより実行された場合に、プロセッサに、レジストの塗布、露光、及び現像を行うリソグラフィシステムを構成する1組単位の装置群であるリソグラフィセル毎に稼動情報を整理してリソグラフィセル毎の稼動情報を保存する機能と、リソグラフィセル毎に装置群の各装置におけるメンテナンスの対象となる消耗品に関するメンテナンス情報を整理してリソグラフィセル毎の消耗品に関するメンテナンス情報を保存する機能と、リソグラフィセル毎の稼動情報及びリソグラフィセル毎の消耗品に関するメンテナンス情報に基づいて、リソグラフィセル毎の消耗品の標準メンテナンス時期を計算する機能と、リソグラフィセル毎の消耗品の標

準メンテナンス時期と、リソグラフィセル毎の消耗品を交換することによるダウンタイムの情報と、リソグラフィセル毎の又は2つ以上のリソグラフィセルを含む製造ライン毎のダウンタイムによる損失コスト情報に基づいて、リソグラフィセル毎の又は製造ライン毎のメンテナンススケジュール計画を作成する機能と、メンテナンススケジュール計画の作成結果を出力する機能と、を実現させるための命令を含むプログラムが記録された非一過性のコンピュータ可読媒体である。

図面の簡単な説明

[0009] 本開示のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の図面を参照して以下に説明する。

[図1]図1は、例示的なリソセルの構成を概略的に示す正面図である。

[図2]図2は、リソセルの具体例を示す図である。

[図3]図3は、リソセルの具体例を示す図である。

[図4]図4は、例示的なレーザ装置の構成を概略的に示す図である。

[図5]図5は、半導体工場のリソグラフィシステムの構成例を概略的に示す図である。

[図6]図6は、実施形態1に係るリソグラフィシステムの構成を示す図である。

[図7]図7は、リソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。

[図8]図8は、ファイルAに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図9]図9は、ウエハ処理枚数 W_n 、露光パルス数 N_{ex} 、及び発振パルス数 N_p の各々の経時変化を示すグラフである。

[図10]図10は、1日当たりのウエハ処理枚数 W_{nday} 、1日当たりの露光パルス数 N_{exday} 、及び1日当たりの発振パルス数 N_{pday} の各々の経時変化を示すグラフである。

[図11]図11は、レーザ装置から出力されたパルスレーザ光のパルスエネルギー E_p の経時変化を示すグラフである。

[図12]図12は、ファイルBに含まれるテーブルデータ(1)の例を示す図

表である。

[図13]図13は、ファイルBに含まれるテーブルデータ(2)の例を示す図表である。

[図14]図14は、ファイルBに含まれるテーブルデータ(3)の例を示す図表である。

[図15]図15は、標準メンテナンス日計算部における処理内容の例を示すフローチャートである。

[図16]図16は、ファイルCに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図17]図17は、ファイルDに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図18]図18は、メンテナンススケジュール計画部における処理内容の例を示すフローチャートである。

[図19]図19は、コストメリット計算処理の例を示すフローチャートである。

[図20]図20は、ファイルEに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図21]図21は、標準メンテナンス日と、前倒しした最適メンテナンス日との関係を模式的に示す説明図である。

[図22]図22は、実施形態2に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。

[図23]図23は、ファイルA(2)に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図24]図24は、ファイルFに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図25]図25は、図22に示す標準メンテナンス日計算部における処理内容の例を示すフローチャートである。

[図26]図26は、図22に示すメンテナンススケジュール計画部における

処理内容の例を示すフローチャートである。

[図27]図27は、コストメリット計算処理の例を示すフローチャートである。

[図28]図28は、実施形態3に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。

[図29]図29は、ファイルA（3）に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図30]図30は、ファイルF（2）に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図31]図31は、実施形態4に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。

[図32]図32は、ファイルGに含まれるログデータの例を示す図表である。

[図33]図33は、予測寿命値計算部の処理内容の例を示すフローチャートである。

[図34]図34は、交換モジュール及び交換部品の寿命予測処理の例を示すフローチャートである。

[図35]図35は、寿命パラメータ値と寿命監視パラメータ値との関係をグラフ化した例を示す図である。

[図36]図36は、寿命パラメータ値と寿命監視パラメータ値との関係をグラフ化した他の例を示す図である。

[図37]図37は、実施形態5に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。

[図38]図38は、消耗品選定部における処理内容の例を示すフローチャートである。

[図39]図39は、コストメリット計算処理の例を示すフローチャートである。

[図40]図40は、ファイルHに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図41]図4 1は、標準メンテナンス日と、メンテナンス候補日に前倒した最適メンテナンス日との関係を模式的に示す説明図である。

[図42]図4 2は、実施形態6に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。

[図43]図4 3は、第1の寿命パラメータリセット部における処理内容の例を示すフローチャートである。

[図44]図4 4は、ファイルE（2）に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図45]図4 5は、図4 4のテーブルデータを反映したメンテナンススケジュール計画の概念図である。

[図46]図4 6は、コスト最小化の観点からメンテナンススケジュール計画を作成する処理の例を示すフローチャートである。

[図47]図4 7は、消耗品の寿命予測に用いられる監視パラメータの例を示す図表である。

[図48]図4 8は、メンテナンススケジュール計画部における処理内容の例を示すフローチャートである。

[図49]図4 9は、リソグラフィシステムの他の形態例を示すブロック図である。

[図50]図5 0は、半導体工場におけるリソグラフィシステムの他の形態例を示す図である。

[図51]図5 1は、実施形態7に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。

[図52]図5 2は、ファイルD（2）に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図53]図5 3は、標準メンテナンス日計算部における処理内容の例を示すフローチャートである。

[図54]図5 4は、実施形態8に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。

[図55]図 5 5 は、ファイル J に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

[図56]図 5 6 は、標準メンテナンス時間計算部における処理内容の例を示すフローチャートである。

実施形態

[0010] ー 目次 ー

1. 用語の説明
2. リソセルの説明
 2. 1 構成
 2. 2 動作
 2. 2. 1 C/D 装置及び露光装置内のウエハ移動及びプリアライメント部の動作
 2. 2. 2 C/D 装置のメンテナンス
 2. 2. 3 露光装置の露光工程の動作
 2. 2. 4 露光装置のメンテナンス
3. レーザ装置の説明
 3. 1 構成
 3. 2 動作
 3. 3 レーザ装置のメンテナンス
 3. 4 その他
4. リソグラフィシステムの説明
 4. 1 構成
 4. 2 動作
5. 課題
6. 実施形態 1
 6. 1 構成
 6. 2 動作
 6. 2. 1 リソセル管理サーバの動作

- 6. 2. 2 ファイルAに含まれるテーブルデータの例
- 6. 2. 3 ファイルBに含まれるテーブルデータ（１）の例
- 6. 2. 4 ファイルBに含まれるテーブルデータ（２）の例
- 6. 2. 5 ファイルBに含まれるテーブルデータ（３）の例
- 6. 2. 6 標準メンテナンス日計算部の処理例
- 6. 2. 7 ファイルC及びファイルDの具体例
- 6. 2. 8 メインテナンススケジュール計画部の処理例
- 6. 2. 9 ファイルEの具体例

6. 3 作用・効果

6. 4 その他

7. 実施形態2

7. 1 構成

7. 2 動作

- 7. 2. 1 リソセル管理サーバの動作
- 7. 2. 2 ファイルA（２）に含まれるテーブルデータの例
- 7. 2. 3 ファイルFに含まれるテーブルデータの例
- 7. 2. 4 標準メンテナンス日計算部の処理例
- 7. 2. 5 メインテナンススケジュール計画部の処理例

7. 3 作用・効果

8. 実施形態3

8. 1 構成

8. 2 動作

- 8. 2. 1 リソセル管理サーバの動作
- 8. 2. 2 ファイルA（３）に含まれるテーブルデータの例
- 8. 2. 3 ファイルF（２）に含まれるテーブルデータの例

8. 3 作用・効果

9. 実施形態4

9. 1 構成

9. 2 動作

9. 2. 1 リソセル管理サーバの動作

9. 2. 2 ファイルGに含まれるログデータの例

9. 2. 3 予測寿命値計算部の処理例

9. 3 作用・効果

10. 実施形態5

10. 1 構成

10. 2 動作

10. 2. 1 リソセル管理サーバの動作

10. 2. 2 消耗品選定部の処理例

10. 2. 3 ファイルHに含まれるテーブルデータの例

10. 3 作用・効果

11. 実施形態6

11. 1 構成

11. 2 動作

11. 2. 1 リソセル管理サーバの動作

11. 3 作用・効果

11. 4 その他

12. メインテナンススケジュール計画の最適化の例

13. 監視パラメータの具体例

14. 同じ装置で複数の消耗品を同日に交換する場合のダウンタイム削減の例

14. 1 フローチャートの例

14. 2 作用・効果

14. 3 その他

15. リソグラフィシステムの他の形態

15. 1 構成

15. 2 動作

15.3 作用・効果

15.4 その他

16. 実施形態7

16.1 ライン単位でメンテナンススケジュール計画を最適化する形態の概要

16.2 構成

16.3 動作

16.4 作用・効果

16.5 変形例

17. 実施形態8

17.1 構成

17.2 動作

17.3 作用・効果

17.4 変形例

18. 実施形態の組合せについて

19. プログラムを記録したコンピュータ可読媒体について

以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。以下に説明される実施形態は、本開示のいくつかの例を示すものであって、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成及び動作の全てが本開示の構成及び動作として必須であるとは限らない。なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

[0011] 1. 用語の説明

「リソグラフィセル」とは、レジストの塗布、露光、及び現像を行うプロセス装置の1組単位の装置群である。リソグラフィセルを以下、リソセル (Litho cell) という。リソセルは「リソグラフィシステム」の一単位である。リソグラフィシステムは、少なくとも1つのリソセルを含む。

[0012] リソセルには、例えば、塗布／現像装置と、露光装置と、レーザ装置と、

が含まれる。リソセルは、レジストの塗布後にアライメントを実施してから露光を行ってよい。

[0013] 「塗布／現像装置」は、基板へのレジストの塗布を行うコータ部と、現像を行うディベロッパ部と、を含む。塗布／現像装置は「C／D装置」と表記される。「C／D」はコータ／ディベロッパの略語表記である。「C／D装置」は、露光装置との間でウエハを搬送するインラインインターフェース部をさらに含んでもよい。

[0014] 「露光装置」は、レーザ装置から出力されたレーザ光を露光装置に伝送するビームデリバリーユニット（BDU）をさらに含んでもよい。

[0015] 「レジスト」は、フォトリジストを意味する。

[0016] 「消耗品」は、定期的なメンテナンスが必要になる部品やモジュールなどの物品を包括的に表す用語として用いる。交換部品又は交換モジュールは「消耗品」の概念に含まれる。モジュールは、部品の一形態と理解してもよい。本明細書では「消耗品」という用語を「交換モジュール又は交換部品」と同義に用いる場合がある。メンテナンスには、消耗品の交換が含まれる。「交換」の概念には、消耗品を新しいものに置き換えることその他、消耗品を洗浄するなどして部品の機能の維持及び／又は回復を図り、同じ消耗品を再配置することとも含まれる。

[0017] 2. リソセルの説明

2. 1 構成

図1は、リソセルの構成例を概略的に示す正面図である。図1に示すリソセル10は、C／D装置12と、露光装置14と、レーザ装置16と、を含む。露光装置14はBDU15を含む。

[0018] 図2及び図3にリソセル10の詳細図を示す。図2は平面図、図3は正面図に相当する。なお、レーザ装置16の詳細な例は、図4を用いて後述する。

[0019] 図2及び図3に示すように、C／D装置12は、第1ウエハキャリア21と、第2ウエハキャリア22と、コータ部24と、ディベロッパ部25と、

測定部 26 と、ウエハ搬送ライン 28 と、フィルタ部 29 と、C/D 制御部 30 と、を含む。

[0020] 第 1 ウエハキャリア 21 は、露光前の多数のウエハ 35 を収納する装置である。第 2 ウエハキャリア 22 は、露光後の多数のウエハ 35 を収納する装置である。コータ部 24 は、いずれも図示しない、レジストコータと、プリベーク装置と、クーリング装置と、を含む。コータ部 24 は、ウエハ 35 にレジストを塗布し、レジストをプリベークして冷却する装置である。

[0021] ディベロッパ部 25 は、いずれも図示しない、ポストベーク装置と、クーリング装置と、現像装置と、を含む。ディベロッパ部 25 は、露光されたウエハ 35 をポストベークして冷却後、レジストを現像する装置である。

[0022] 測定部 26 は、露光によりウエハ 35 に形成されたレジストパターンの形状を測定する測定装置である。測定部 26 は、例えば、ウエハ表面に電子ビームを照射し、放出される二次電子や反射電子を検出する走査型電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope) の検査装置であってよい。

[0023] ウエハ搬送ライン 28 は、コータ部 24 とディベロッパ部 25 との間を横切るように配置される。ウエハ搬送ライン 28 は、ウエハ 35 を、第 1 ウエハキャリア 21 及びコータ部 24 の各装置と、露光装置 14 及びディベロッパ部 25 の各装置と、測定部 26 と、第 2 ウエハキャリア 22 とに、それぞれ搬送可能なように構成される。

[0024] フィルタ部 29 には、クリーンルーム内の空気に含まれる不純物ガスを除去するケミカルフィルタが配置される。フィルタ部 29 は、C/D 装置 12 内のアンモニア等の不純物ガスの濃度を計測する、図示しないガス分析装置を含む。フィルタ部 29 は、ケミカルフィルタの動作時間や不純物ガス濃度の情報を C/D 制御部 30 に送る信号ラインを有する。

[0025] C/D 制御部 30 は、第 1 ウエハキャリア 21、第 2 ウエハキャリア 22、コータ部 24、ディベロッパ部 25、測定部 26、及びウエハ搬送ライン 28 の各々の動作を制御する。図 2 及び図 3 において、第 1 ウエハキャリア 21、第 2 ウエハキャリア 22、コータ部 24、ディベロッパ部 25、測定

部 2 6、ウエハ搬送ライン 2 8、及びフィルタ部 2 9 の各々と、C/D 制御部 3 0 との間で信号を伝送する各信号ラインを a ~ g の符号を丸で囲んだ記号で示す。

[0026] 露光装置 1 4 は、第 1 アーム 4 1 と、第 2 アーム 4 2 と、第 1 ガイド 4 3 と、第 2 ガイド 4 4 と、プリアライメント部 4 6 と、露光部 4 8 と、フィルタ部 4 9 と、露光制御部 5 0 と、を含む。

[0027] 第 1 アーム 4 1 は、第 1 スライダ 4 3 A に支持されており、第 1 スライダ 4 3 A を介して第 1 ガイド 4 3 に沿って移動可能である。第 2 アーム 4 2 は、第 2 スライダ 4 4 A に支持されており、第 2 スライダ 4 4 A を介して第 2 ガイド 4 4 に沿って移動可能である。

[0028] フィルタ部 4 9 は、C/D 装置 1 2 のフィルタ部 2 9 と同様に、クリーンルーム内の空気に含まれる不純物ガス、主にアンモニアを除去するケミカルフィルタと、C/D 装置 1 2 内のアンモニア等の不純物ガスの濃度を計測する、図示しないガス分析装置と、を含む。フィルタ部 4 9 は、ケミカルフィルタの動作時間や不純物ガス濃度の情報を露光制御部 5 0 に送る信号ラインを有する。なお、フィルタ部 4 9 は、露光部 4 8 に含まれてもよい。

[0029] 図 3 に示すように、露光部 4 8 は、第 1 高反射ミラー 5 1 と、アッテネータ 5 2 と、ビームエキスパンダ 5 6 と、第 2 高反射ミラー 6 2 と、第 3 高反射ミラー 6 3 と、照明光学系 6 6 と、レチクル 7 4 と、レチクルステージ 7 6 と、を含む。

[0030] 露光装置 1 4 は、B D U 1 5 を含んでもよい。B D U 1 5 は、レーザ装置 1 6 から露光装置 1 4 へレーザ光を伝送する光学系であって、例えば、図示しない複数の高反射ミラーを含んでもよい。

[0031] 第 1 高反射ミラー 5 1 は、B D U 1 5 を通過したレーザ光が第 2 高反射ミラー 6 2 に入射するように配置される。アッテネータ 5 2 は、第 1 高反射ミラー 5 1 とビームエキスパンダ 5 6 との間の光路上に配置される。アッテネータ 5 2 は、2 枚の部分反射ミラー 5 3 と、それぞれの部分反射ミラー 5 3 の入射角を可変とする回転ステージ 5 4 と、を含む。

- [0032] ビームエキスパンダ56は、アッテネータ52と第2高反射ミラー62との間の光路上に配置される。ビームエキスパンダ56は、凹レンズ57と、凸レンズ58と、を含み、所定のレーザ光形状にビームを拡大するように構成される。
- [0033] 第2高反射ミラー62は、レーザ光が第3高反射ミラー63に入射するように配置される。第2高反射ミラー62と第3高反射ミラー63との間の光路上に、図示しないコリメータ光学系が配置されてもよい。第3高反射ミラー63は、レーザ光が照明光学系66に入射するように配置される。
- [0034] 照明光学系66は、フライアイレンズ67と、コンデンサ光学系68と、ビームスプリッタ69と、集光レンズ70と、第1光センサ71と、を含む。
- [0035] フライアイレンズ67及びコンデンサ光学系68は、レーザ光がレチクル74にケーラー照明されるように配置される。例えば、コンデンサ光学系68の前側焦点面にフライアイレンズ67の焦点が一致し、かつ、コンデンサ光学系68の後側焦点面にレチクル74が配置されるように、フライアイレンズ67及びコンデンサ光学系68が配置される。
- [0036] ビームスプリッタ69は、フライアイレンズ67とコンデンサ光学系68との間の光路上に配置される。ビームスプリッタ69は、レーザ光の一部が集光レンズ70に入射するように配置される。
- [0037] 第1光センサ71は、集光レンズ70の焦点面に配置される。第1光センサ71は、例えば2次元のイメージセンサであってよい。第1光センサ71で検出された信号は、露光制御部50に送られる。
- [0038] レチクル74は、半導体の回路パターンが形成されたマスクである。レチクル74は、レチクルステージ76に図示しないホルダを介して固定される。
- [0039] また、露光部48は、投影光学系78と、ウエハホルダ80と、ウエハステージ81と、第2光センサ82と、を含む。
- [0040] 投影光学系78は、ウエハ35に塗布されたレジスト上にレチクル74の

像が結像するように配置される。投影光学系 78 は、図示しない複数枚のレンズで構成される。

[0041] ウエハステージ 81 は、ウエハホルダ 80 を介してウエハ 35 を固定する。

[0042] 第 2 光センサ 82 は、ウエハ 35 上の照度をオフラインで計測可能なようにウエハステージ 81 上に配置される。第 2 光センサ 82 で検出された信号は、露光制御部 50 に送られる。

[0043] 露光制御部 50 は、第 1 スライダ 43 A、第 2 スライダ 44 A、プリアライメント部 46、アッテネータ 52、レチクルステージ 76、ウエハステージ 81 及びその他の露光装置 14 の各部の動作を制御する。

[0044] 図 2 及び図 3 において、第 1 スライダ 43 A、第 2 スライダ 44 A、プリアライメント部 46、及びフィルタ部 49 の各々と露光制御部 50 の間の各信号ラインを h~k の符号を丸で囲んだ記号で示す。また、露光制御部 50 は、C/D 制御部 30 及びレーザ制御部 90 の各々と接続される。

[0045] 本開示において、C/D 制御部 30、露光制御部 50、レーザ制御部 90 及びその他の各制御部として機能する制御装置は、1 台又は複数台のコンピュータのハードウェア及びソフトウェアの組み合わせによって実現することが可能である。ソフトウェアはプログラムと同義である。プログラマブルコントローラはコンピュータの概念に含まれる。コンピュータは、CPU (Central Processing Unit) 及びメモリを含んで構成され得る。ソフトウェアはプログラムと同義である。プログラマブルコントローラはコンピュータの概念に含まれる。コンピュータに含まれる CPU はプロセッサの一例である。

[0046] また、制御装置の処理機能の一部又は全部は、FPGA (Field Programmable Gate Array) や ASIC (Application Specific Integrated Circuit) に代表される集積回路を用いて実現してもよい。

[0047] また、複数の制御装置の機能を 1 台の制御装置で実現することも可能である。さらに本開示において、制御装置は、ローカルエリアネットワークやインターネットといった通信ネットワークを介して互いに接続されてもよい。

分散コンピューティング環境において、プログラムユニットは、ローカル及びリモート両方のメモリストレージデバイスに保存されてもよい。

[0048] 2. 2 動作

2. 2. 1 C/D装置及び露光装置内のウエハ移動及びプリアライメント部の動作

ここでは、図2及び図3に示すC/D装置12と露光装置14内のウエハ35の動きについて説明する。第1ウエハキャリア21には、レジスト塗布前の多数のウエハが収納される。第1ウエハキャリア21に収納されたウエハ35は、ウエハ搬送ライン28を経由して、コータ部24に搬送される。

[0049] コータ部24は、ウエハ35表面にレジストをコートし、レジストをプリベークして、プリベークされたウエハ35を冷却する。この冷却されたウエハ35は、ウエハ搬送ライン28を介して、露光装置14に搬送される。

[0050] レジストがコートされたウエハ35は、第1アーム41によってウエハ搬送ライン28から取り出され、第1アーム41と共に第1ガイド43に沿って移動して、プリアライメント部46に配置される。

[0051] プリアライメント部46では、例えば、ウエハ35の外形基準で中心位置及び回転角の調整が行われる。その後、ウエハ35は第2アーム42に受け渡されて第2ガイド44に沿ってローディング位置まで搬送され、ウエハステージ81のウエハホルダ80にロードされる。

[0052] そして、そのウエハ35上の各ショット領域に対してレチクル74の所定のデバイスパターンを介して露光が行われる。

[0053] ウエハ全体の露光処理を終えたウエハ35は、第2ガイド44及び第1ガイド43に沿って、C/D装置12のウエハ搬送ライン28に搬送される。

[0054] 露光されたウエハ35は、ウエハ搬送ライン28を介して、ディベロッパ部25に搬送される。ディベロッパ部25は、露光されたウエハ35をポストベークして、冷却後、レジストを現像する。現像されたウエハ35は、ウエハ搬送ライン28を介して、測定部26に搬送される。

[0055] 測定部26では、露光によりウエハ35に形成されたレジストパターンの

形状を測定する。必要に応じて、露光によりウエハ35に形成されたパターンの線幅、重ね合わせ誤差等が測定部26で検査され、その後、ウエハ35は、ウエハ搬送ライン28に沿って第2ウエハキャリア22に収納される。

[0056] なお、このリソグラフィ工程の終了後に第2ウエハキャリア22内の、例えば1ロットのウエハは、例えば、エッチング又はイオン注入等のパターン形成工程及びレジスト剥離工程等を実行するための、図示しない製造ラインに搬送される。

[0057] また、C/D制御部30は、C/D装置12内の空気中の不純物ガス濃度をフィルタ部29のガス分析装置によって計測して、計測値のデータを、C/D装置用管理システム202（図5参照）に送信する。

[0058] 2. 2. 2 C/D装置のメンテナンス

C/D装置のサービスエンジニアが必要となるC/D装置12の主要なメンテナンス作業は、いずれも図示しない、ケミカルフィルタ、基板回転モジュール、ドレイン回収モジュール、及び排気モジュールの各々の交換又は維持作業である。これらの消耗品（モジュールや部品）の交換時期は、運転時間やウエハ処理枚数等の寿命パラメータで管理している。これらの消耗品の交換作業及び交換後の確認作業等にかかるメンテナンスには、数時間を要することがある。

[0059] 2. 2. 3 露光装置の露光工程の動作

次に、露光装置14の露光工程の動作に関して説明する。露光制御部50は、レチクルステージ76とウエハステージ81とを動作させることによりレチクル74とウエハ35のアライメントを調節し、スキャン露光の初期位置にレチクル74とウエハ35の露光エリアが来るように制御する。

[0060] 露光制御部50は、ウエハ35上でのフルーエンスが所定の値となるようにアッテネータ52の回転ステージ54を介して2枚の部分反射ミラー53の角度を制御する。露光制御部50は、レーザ制御部90に各種の目標値を送信する。各種の目標値には、例えば、目標パルスエネルギーや目標波長などが含まれる。

- [0061] 露光制御部 50 は、レーザ装置 16 から発光トリガ信号を受け付ける信号を受信した後、発光トリガ信号をレーザ装置 16 に送信する。この発光トリガ信号に同期して、レーザ装置 16 からパルスレーザ光が出力される。
- [0062] 発光トリガ信号に従いレーザ装置 16 から出力されるパルスレーザ光は、第 1 高反射ミラー 51 で高反射し、アッテネータ 52 に入射する。
- [0063] アッテネータ 52 を透過したパルスレーザ光は減光されて、ビームエキスパンダ 56 に入射する。パルスレーザ光のビームは、ビームエキスパンダ 56 を透過することによって、所定のビーム形状に整形される。
- [0064] ビームエキスパンダ 56 によってビーム整形されたパルスレーザ光は、第 2 高反射ミラー 62 及び第 3 高反射ミラー 63 を経由して、照明光学系 66 に入射する。
- [0065] フライアイレンズ 67 によって複数の 2 次光源を生成し、ビームスプリッタ 69 の透過光をコンデンサ光学系 68 によってレチクル 74 に導くことで、コンデンサ光学系 68 の後側焦点面に配置されたレチクル 74 がケーラー照明される。その結果、レチクル 74 上では、パルスレーザ光の強度分布は均一化される。
- [0066] フライアイレンズ 67 を透過したパルスレーザ光はビームスプリッタ 69 によって、一部の光が反射され、集光レンズ 70 を介して、第 1 光センサ 71 に入射する。第 1 光センサ 71 の受光面においてもケーラー照明されるため、第 1 光センサ 71 で強度分布を計測することによって、露光制御部 50 はレチクル 74 上でのレーザビームの均一性や露光装置 14 内のレーザ光の透過率をモニタすることができる。
- [0067] レチクル 74 を透過したパルスレーザ光は、投影光学系 78 によってウエハ 35 のレジスト上に結像されて、露光される。
- [0068] レチクル 74 とウエハ 35 とは、互いに逆方向に等速直線運動時に発光トリガ信号と、レチクルステージ 76 と、ウエハステージ 81 と、を同期させて露光することによって、1 区画の露光対象領域の露光が完了する。
- [0069] ウエハステージ 81 を次の露光位置に移動させた後、露光制御部 50 は、

レーザ装置 16 に発光トリガ信号を送信し、上記の一連のスキャン露光を繰り返す。

[0070] ウエハ全体の露光処理を終えたウエハ 35 は、ウエハステージ 81 から C/D 装置 12 へ搬送される。

[0071] また、露光制御部 50 は、レーザ装置 16 から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギーと第 1 光センサ 71 の検出値から照明光学系 66 の透過率を算出して、算出した透過率のデータを、露光装置用管理システム 204（図 5 参照）に送信する。

[0072] 2. 2. 4 露光装置のメンテナンス

露光装置 14 のサービスエンジニアが必要となる露光装置 14 の主要なメンテナンス作業には、例えば以下のような作業がある。

[0073] [作業 1] BDU 15 から照明光学系 66 までの光学素子又は光学モジュールの交換作業。

[0074] [作業 2] ウエハ 35 を搬送してウエハステージ 81 に配置するための機械部品や露光部 48 のウエハステージ 81 等のモジュールの交換作業。

[0075] [作業 3] ケミカルフィルタの交換作業。

[0076] 作業 1～作業 3 に例示した消耗品の交換時期は、以下の寿命パラメータで管理する。

[0077] 作業 1 に係る消耗品の交換時期は、露光パルス数で管理する。露光パルス数は、パルスレーザ光が通過したパルス数と概ね等しい。作業 2 に係る消耗品の交換時期は、ウエハの処理枚数で管理する。作業 3 に係る消耗品の交換時期は、運転時間で管理する。これらの消耗品を交換する際のメンテナンスには、1 時間から 24 時間を要することがある。

[0078] 3. レーザ装置の説明

3. 1 構成

図 4 に、例示的なレーザ装置の構成を概略的に示す。レーザ装置 16 は、例えば、KrF エキシマレーザ装置であって、レーザ制御部 90 と、レーザチャンバ 100 と、インバータ 102 と、フロントミラー 104 と、狭帯域

化モジュール（LNM:Line Narrow Module）106と、モニタモジュール108と、充電器110と、パルスパワーモジュール（PPM）112と、ガス供給装置114と、ガス排気装置116と、出射口シャッタ118と、を含む。

[0079] レーザチャンバ100は、第1ウインドウ121と、第2ウインドウ122と、クロスフローファン（CFF）123と、CFF123を回転させるモータ124と、1対の電極125、126と、電気絶縁物127と、圧力センサ128と、図示しない熱交換器と、を含む。

[0080] インバータ102は、モータ124の電源供給装置である。インバータ102は、モータ124に供給する電力の周波数を特定する指令信号をレーザ制御部90から受信する。

[0081] PPM112は、レーザチャンバ100の電気絶縁物127中のフィードスルーを介して電極125と接続される。PPM112は、半導体スイッチ129と、いずれも図示しない、充電コンデンサと、パルストランスと、パルス圧縮回路と、を含む。

[0082] フロントミラー104は部分反射ミラーであって、LNM106と光共振器を構成するように配置される。レーザチャンバ100は、この光共振器の光路上に配置される。なお、フロントミラー104は、出力結合ミラーとして機能する。

[0083] LNM106は、第1プリズム131及び第2プリズム132を用いたビームエキスパンダと、回転ステージ134と、グレーティング136と、を含む。第1プリズム131及び第2プリズム132は、レーザチャンバ100の第2ウインドウ122から出射された光のビームをY軸方向に拡大し、グレーティング136に入射するように配置される。

[0084] ここで、グレーティング136はレーザ光の入射角と回折角とが一致するようにリトロ配置される。第2プリズム132は、回転ステージ134が回転したときに、レーザ光のグレーティング136への入射角と回折角とが変化するように回転ステージ134上に配置される。

- [0085] モニタモジュール 108 は、第 1 ビームスプリッタ 141 及び第 2 ビームスプリッタ 142 と、パルスエネルギー検出器 144 と、スペクトル検出器 146 と、を含む。第 1 ビームスプリッタ 141 は、フロントミラー 104 から出力されたレーザ光の光路上に配置され、レーザ光の一部の反射光が第 2 ビームスプリッタ 142 に入射するように配置される。
- [0086] パルスエネルギー検出器 144 は、第 2 ビームスプリッタ 142 を透過したレーザ光が入射するように配置される。パルスエネルギー検出器 144 は、例えば、紫外線の光強度を計測するフォトダイオードであってもよい。第 2 ビームスプリッタ 142 は、レーザ光の反射光がスペクトル検出器 146 に入射するように配置される。
- [0087] スペクトル検出器 146 は、例えば、エタロンによって生成された干渉縞をイメージセンサで計測するモニタエタロン計測装置である。生成された干渉縞に基づいて、レーザ光の中心波長とスペクトル線幅とが計測される。
- [0088] KrF エキシマレーザ装置の場合におけるガス供給装置 114 は、不活性なレーザガスの供給源である不活性ガス供給源 152 と、ハロゲンを含むレーザガスの供給源であるハロゲンガス供給源 153 の各々と配管を介して接続される。不活性なレーザガスとは、Kr ガスと Ne ガスの混合ガスである。ハロゲンを含むレーザガスとは、F₂ ガスと Kr ガスと Ne ガスの混合ガスである。ガス供給装置 114 は、レーザチャンバ 100 と配管を介して接続される。
- [0089] ガス供給装置 114 は、不活性なレーザガス又はハロゲンを含むレーザガスをそれぞれレーザチャンバに所定量供給するための、図示しない自動バルブ及びマスフローコントローラをそれぞれ含む。
- [0090] ガス排気装置 116 は、レーザチャンバ 100 と配管を介して接続される。ガス排気装置 116 は、ハロゲンを除去する図示しないハロゲンフィルタ及び排気ポンプを含み、ハロゲンを除去したレーザガスが外部に排気されるように構成される。
- [0091] 出射口シャッタ 118 は、レーザ装置 16 から外部に出力されるレーザ光

の光路上に配置される。

[0092] 3. 2 動作

レーザ装置 16 の動作について説明する。レーザ制御部 90 は、ガス排気装置 116 を介してレーザチャンバ 100 内にあるガスを排気した後、ガス供給装置 114 を介してレーザチャンバ 100 内に不活性なレーザガスとハロゲンを含むレーザガスとを所望のガス組成及び全ガス圧となるように充填する。

[0093] レーザ制御部 90 は、インバータ 102 を介してモータ 124 を所定の回転数で回転させて CFF 123 を回転させる。これにより、電極 125、126 間にレーザガスが流れる。

[0094] レーザ制御部 90 は、露光装置 14 から目標パルスエネルギー E_t を受信し、パルスエネルギーが E_t となるように充電電圧 V_{hv} のデータを充電器 110 に送信する。

[0095] 充電器 110 は、PPM 112 の充電コンデンサが充電電圧 V_{hv} となるように充電する。露光装置 14 から第 1 トリガ信号 T_r1 が出力されると、第 1 トリガ信号 T_r1 に同期してレーザ制御部 90 から第 2 トリガ信号 T_r2 が PPM 112 の半導体スイッチ 129 に入力される。この半導体スイッチ 129 が動作すると PPM 112 の磁気圧縮回路によって電流パルスが圧縮され、高電圧が電極 125、126 間に印加される。その結果、電極 125、126 間で放電が発生し、放電空間においてレーザガスが励起される。

[0096] 放電空間の励起されたレーザガスが基底状態となるときに、エキシマ光が発生する。このエキシマ光はフロントミラー 104 と LNM 106 との間を往復して増幅されることによって、レーザ発振する。その結果、フロントミラー 104 から狭帯域化されたパルスレーザ光が出力される。

[0097] フロントミラー 104 から出力されたパルスレーザ光はモニタモジュール 108 に入射する。モニタモジュール 108 では第 1 ビームスプリッタ 141 によってレーザ光の一部がサンプルされ、第 2 ビームスプリッタ 142 を介して、それぞれパルスエネルギー検出器 144 とスペクトル検出器 146 と

に入射される。

[0098] レーザ装置 16 から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギー E がパルスエネルギー検出器 144 によって計測され、計測されたパルスエネルギー E のデータがパルスエネルギー検出器 144 からレーザ制御部 90 に送信される。

[0099] また、スペクトル検出器 146 によって中心波長 λ とスペクトル線幅 $\Delta\lambda$ とが計測され、計測された中心波長 λ とスペクトル線幅 $\Delta\lambda$ とのデータがスペクトル検出器 146 からレーザ制御部 90 に送信される。

[0100] レーザ制御部 90 は、露光装置 14 から目標パルスエネルギー E_t と、目標波長 λ_t とを受信する。レーザ制御部 90 は、パルスエネルギー検出器 144 によって計測されたパルスエネルギー E と目標パルスエネルギー E_t とを基に、パルスエネルギーの制御を行う。パルスエネルギーの制御は、パルスエネルギー検出器 144 によって計測されたパルスエネルギー E と目標パルスエネルギーの差 $\Delta E = E - E_t$ が 0 に近づくように充電電圧 V_{hv} を制御することを含む。

[0101] レーザ制御部 90 は、スペクトル検出器 146 によって計測された中心波長 λ と目標波長 λ_t とを基に、波長の制御を行う。波長の制御は、スペクトル検出器 146 によって計測された中心波長 λ と目標波長 λ_t との差 $\delta\lambda = \lambda - \lambda_t$ が 0 に近づくように回転ステージ 134 の回転角を制御することを含む。

[0102] 以上のようにレーザ制御部 90 は、露光装置 14 から目標パルスエネルギー E_t と目標波長 λ_t とを受信して、発光トリガ信号 T_r1 が入力されるごとに、発光トリガ信号 T_r1 に同期してレーザ装置 16 にパルスレーザ光を出力させる。

[0103] レーザ装置 16 は放電を繰り返すと、電極 125、126 が消耗し、レーザガス中のハロゲンガスが消費されると共に、不純物ガスが生成される。レーザチャンバ 100 内のハロゲンガス濃度の低下や不純物ガスの増加は、パルスレーザ光のパルスエネルギーの低下やパルスエネルギーの安定性に悪影響を及ぼす。レーザ制御部 90 は、これらの悪影響を抑制するために例えば、以下のガス制御を実行する。

[0104] [1] ハロゲン注入制御

レーザ制御部 90 はハロゲン注入制御を行う。ハロゲン注入制御とは、レーザ発振中に、レーザチャンバ 100 内で主に放電によって消費された分のハロゲンガスを、レーザチャンバ 100 内のハロゲンガスよりも高い濃度にハロゲンを含むガスを注入することによってレーザチャンバ 100 に補充するガス制御である。

[0105] [2] 部分ガス交換制御

レーザ制御部 90 は部分ガス交換制御を行う。部分ガス交換制御とは、レーザ発振中に、レーザチャンバ 100 内の不純物ガスの濃度の増加を抑制するように、レーザチャンバ 100 内のレーザガスの一部を新しいレーザガスに交換するガス制御である。

[0106] [3] ガス圧制御

レーザ制御部 90 はガス圧制御を行う。ガス圧制御とは、レーザ装置 16 から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギーの低下に対して、レーザチャンバ 100 内にレーザガスを注入してレーザガスのガス圧 P_{ch} を変化させることによって、パルスエネルギーを制御するガス制御である。パルスエネルギーの制御は、通常、充電電圧 V_{hv} を制御することで行われるが、レーザ装置 16 から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギーの低下を、充電電圧 V_{hv} の制御範囲では補うことが不可能な場合に、ガス圧制御が実行される。

[0107] レーザチャンバ 100 からレーザガスを排気する場合に、レーザ制御部 90 はガス排気装置 116 を制御する。レーザチャンバ 100 から排気されたレーザガスは図示しないハロゲンフィルタによってハロゲンガスが除去され、レーザ装置 16 の外部に排気される。

[0108] レーザ制御部 90 は、発振パルス数、充電電圧 V_{hv} 、レーザチャンバ 100 内のガス圧 P_{ch} 、レーザ光のパルスエネルギー E 等の各パラメータのデータを、レーザ装置用管理システム 206（図 5 参照）に送信する。

[0109] 3. 3 レーザ装置のメンテナンス

レーザ装置のサービスエンジニアが必要となるレーザ装置 16 の主要なメ

インテナンス作業は、例えば、レーザチャンバ１００の交換作業と、ＬＮＭ１０６の交換作業と、モニタモジュール１０８の交換作業などの各作業である。

[0110] これらの主要なメンテナンス対象モジュール（消耗品）の交換時期は、寿命パラメータとして、レーザ装置１６の発振パルス数で管理している。これらの主要な消耗品の交換時間は、３時間から１０時間に及ぶことがある。これらの主要な消耗品の中で、交換時間が最も長い消耗品はレーザチャンバ１００である。

[0111] ３．４ その他

図４に示す例では、レーザ装置１６として、ＫｒＦエキシマレーザ装置の例を示したがこの例に限定されることなく、他のレーザ装置に適用してもよい。例えば、レーザ装置１６は、ＡｒＦエキシマレーザ装置であってもよい。

[0112] 図４に示す例では、レーザ装置１６のガス制御は、ハロゲン注入制御と、部分ガス交換制御と、ガス圧制御とを実施する場合を示したが、この例に限定されることなく、例えば、必ずしもガス圧制御を実施しなくてもよい。

[0113] ４．リソグラフィシステムの説明

４．１ 構成

図５に、半導体工場のリソグラフィシステムの構成例を概略的に示す。半導体工場のリソグラフィシステム２００は、複数のリソセル１０と、Ｃ／Ｄ装置用管理システム２０２と、露光装置用管理システム２０４と、レーザ装置用管理システム２０６と、半導体工場管理システム２０８と、を含む。

[0114] 半導体工場管理システム２０８は、ネットワーク２１０を介して、Ｃ／Ｄ装置用管理システム２０２、露光装置用管理システム２０４、及びレーザ装置用管理システム２０６の各々に接続される。

[0115] ネットワーク２１０は、有線若しくは無線又はこれらの組み合わせによる情報伝達が可能な通信回線である。ネットワーク２１０は、ワイドエリアネットワークであってもよいし、ローカルエリアネットワークであってもよい

。

[0116] リソグラフィシステム200に含まれる複数のリソセル10の各々を識別するために、ここではリソセル識別符号#1, #2, …#k, …#wを用いる。wはリソグラフィシステム200に含まれるリソセルの数である。wは1以上の整数である。kは1以上w以下の範囲の整数である。

[0117] 以下、説明の便宜上、リソセル#kに含まれるC/D装置12、露光装置14、及びレーザ装置16の各々を、C/D装置#k、露光装置#k、及びレーザ装置#kと表記する。ここでは簡単のために、各リソセル#kは、C/D装置#kと、露光装置#kと、レーザ装置#kと、を1台ずつ含む形態を示す。各リソセル#kは、図1～図4で説明した構成であってよい。

[0118] なお、複数のリソセル#1～#wの一部又は全部は、互いに異なる形態であってもよい。リソセル#kに含まれるC/D装置#k、露光装置#k、レーザ装置#kの各々の台数や配置形態などは適宜設計し得る。各リソセル#kは、1つ以上のC/D装置#kと、1つ以上の露光装置#kと、1つ以上のレーザ装置#kと、を含んで構成される。

[0119] C/D装置#1～#wとC/D装置用管理システム202との各々は、第1ローカルエリアネットワーク211に接続される。露光装置#1～#wと露光装置用管理システム204との各々は、第2ローカルエリアネットワーク212に接続される。レーザ装置#1～#wとレーザ装置用管理システム206との各々は、第3ローカルエリアネットワーク213に接続される。

[0120] 第1ローカルエリアネットワーク211、第2ローカルエリアネットワーク212及び第3ローカルエリアネットワーク213は、それぞれ独立した通信回線であり、互いに情報交換できない構成となっている。なお、図5において、第1ローカルエリアネットワーク211を「LAN1」、第2ローカルエリアネットワーク212を「LAN2」、第3ローカルエリアネットワーク213を「LAN3」とそれぞれ表示した。

[0121] 4. 2 動作

C/D装置用管理システム202は、それぞれのC/D装置#1～#wに関し

て消耗品の交換時期を運転時間やウエハの処理枚数で管理する。

[0122] 露光装置用管理システム204は、それぞれの露光装置#1～#wに関して消耗品の交換時期を運転時間やウエハの処理枚数と、パルスレーザ光が通過したパルス数とで管理する。

[0123] レーザ装置用管理システム206は、それぞれのレーザ装置#1～#wの消耗品の交換時期をレーザ発振したパルス数で管理する。

[0124] C/D装置用管理システム202と、露光装置用管理システム204と、レーザ装置用管理システム206との各々は、それぞれのメンテナンスの管理情報を、それぞれの表示端末に表示してもよいし、ネットワーク210を介して半導体工場管理システム208に送信してもよい。

[0125] C/D装置用管理システム202によってC/D装置#1～#wを管理する管理ラインと、露光装置用管理システム204によって露光装置#1～#wを管理する管理ラインと、レーザ装置用管理システム206によってレーザ装置#1～#wを管理する管理ラインとは、それぞれの管理ラインが独立しており、各装置から出力されたメンテナンス管理の情報に基づいて、半導体工場の管理者がメンテナンス時期を決定する。

[0126] 5. 課題

図5のように、C/D装置#1～#wの管理ラインと、露光装置#1～#wの管理ラインと、レーザ装置#1～#wの管理ラインとはそれぞれの管理ラインが独立してメンテナンス管理の情報に基づいて各装置のメンテナンスを行っているので、以下の課題が発生することがある。

[0127] [課題1] 各装置のそれぞれの消耗品によって寿命を判定するパラメータが異なるため、それぞれの消耗品について最適なメンテナンス時期を決定することが第1の課題である。寿命を判定するパラメータとは、例えば、運転時間、ウエハ処理枚数、露光装置の露光パルス数、レーザ発振のパルス数などである。

[0128] [課題2] リソセル10内の装置で1つの消耗品でもサービスエンジニアが必要なメンテナンスを実施する場合、そのリソセル10において数時間以

上ウエハ処理が停止する。したがって、各リソセル内でのメンテナンス時期を最適化することが第2の課題である。

[0129] なお、メンテナンス時期は、例えば、メンテナンスを実施する日、すなわち、メンテナンス日であってよい。また、メンテナンス時期は、メンテナンス日に限らず、メンテナンス日時であってもよい。

[0130] 6. 実施形態1

6. 1 構成

図6は、実施形態1に係るリソグラフィシステムの構成を示す図である。図5との相違点を説明する。図6に示す半導体工場のリソグラフィシステム300は、図5のリソグラフィシステム200の構成にリソセル管理サーバ310を追加した構成となっている。リソセル管理サーバ310はネットワーク210に接続される。

[0131] リソセル管理サーバ310は、ネットワーク210を介して、C/D装置用管理システム202、露光装置用管理システム204、レーザ装置用管理システム206、及び半導体工場管理システム208と接続される。

[0132] リソセル管理サーバ310は、C/D装置用管理システム202、露光装置用管理システム204、レーザ装置用管理システム206、及び半導体工場管理システム208の各々に対してデータや信号の送受信が可能な構成である。

[0133] 図7は、リソセル管理サーバ310の機能を示すブロック図である。リソセル管理サーバ310は、リソセル毎の稼働情報500と、交換モジュール及び交換部品に関するメンテナンス情報501と、リソセル毎のダウンタイムによる損失コスト情報502と、に基づいて、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の最適なメンテナンス日を計算し、メンテナンススケジュールの最適化を行う。リソセル管理サーバ310は、以下に示すファイルA～Eの作成及び記憶、情報の読み出し及び書き込みを行う機能を有する。

[0134] ファイルAは、リソセル毎の過去の稼働情報を保存するファイルである。

ファイルBは、交換モジュール及び交換部品に関するメンテナンス情報を保存するファイルである。ファイルCは、標準メンテナンス日とメンテナンス時間を保存するファイルである。ファイルDは、リソセル毎のダウンタイムによる損失コスト情報を保存するファイルである。ファイルEは、最適化されたリソセル毎の交換モジュール及び交換各部品の最適メンテナンススケジュールを保存するファイルである。

[0135] 稼動情報500の中にファイルAが含まれる。メンテナンス情報501の中にファイルBが含まれる。ファイルBには、例えば、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命パラメータ値と、交換モジュール及び交換部品のそれぞれの寿命値と、交換モジュール及び交換部品のそれぞれの交換コストと、の各データが保存されてよい。損失コスト情報502の中にファイルDが含まれる。

[0136] リソセル管理サーバ310は、データ取得部320と、ファイルAを記憶しておく記憶部330と、ファイルBを記憶しておく記憶部336と、標準メンテナンス日計算部340と、ファイルCを記憶しておく記憶部350と、を含む。また、リソセル管理サーバ310は、ファイルDを記憶しておく記憶部360と、メンテナンススケジュール計画部370と、ファイルEを記憶しておく記憶部380と、データ出力部390と、を含む。記憶部330、336、350、360、380は、ハードディスク装置及び／又は半導体メモリ等の記憶デバイスを用いて構成される。記憶部330、336、350、360、380は、それぞれ別々の記憶装置を用いて構成されてもよいし、1つ又は複数の記憶装置における記憶領域の一部として構成されてもよい。

[0137] 本開示において、C／D装置用管理システム202、露光装置用管理システム204、レーザ装置用管理システム206、半導体工場管理システム208、及びリソセル管理サーバ310の各々は、1台又は複数台のコンピュータのハードウェア及びソフトウェアの組み合わせによって実現することが可能である。また、各管理システム及びリソセル管理サーバ310の処理機

能の一部又は全部は、FPGAやASICに代表される集積回路を用いて実現してもよい。

[0138] 6. 2 動作

6. 2. 1 リソセル管理サーバの動作

図7に示したリソセル管理サーバ310の動作を説明する。データ取得部320は、ネットワーク210経由で以下に示す3種類の情報群を取得し、リソセル毎にデータを整理する。

[0139] [情報群1] データ取得部320は、C/D装置用管理システム202を介して、それぞれのC/D装置#1～#wについて、稼動状況に関する情報と、交換モジュール及び交換部品に関するメンテナンス情報を取得する。

[0140] [情報群2] データ取得部320は、露光装置用管理システム204を介して、それぞれの露光装置#1～#wについて、稼動状況に関する情報と、交換モジュール及び交換部品に関するメンテナンス情報を取得する。

[0141] [情報群3] データ取得部320は、レーザ装置用管理システム206を介して、それぞれのレーザ装置#1～#wについて、稼動状況に関する情報と、交換モジュール及び交換部品に関するメンテナンス情報を取得する。

[0142] データ取得部320は、取得した情報群1～3を基に、ファイルA及びファイルBに情報を書き込む。ファイルAには、情報群1、情報群2、及び情報群3の稼動状況に関する情報から、それぞれのリソセル#1～#wについて過去の稼動情報がまとめ直されて、定期的に稼動状況のログデータが保存される。

[0143] ファイルBには、情報群1、情報群2、及び情報群3のメンテナンスに関する情報から、それぞれのリソセル#1～#wについて交換モジュール及び交換部品に関するメンテナンス情報がまとめ直されて、定期的にデータが保存される。

[0144] データ取得部320は、さらに、ネットワーク210経由で、半導体工場管理システム208から、リソセル毎のダウンタイムによる損失コストの情報を取得し、取得した情報を基に、ファイルDに情報を書き込む。

- [0145] ファイルDには、半導体工場管理システム208から取得された、それぞれのリソセル#1〜#wのダウンタイムによる損失コストのデータが保存される。
- [0146] 標準メンテナンス日計算部340は、ファイルA及びファイルBのデータからリソセル毎の交換モジュール及び交換部品の標準メンテナンス日を計算し、その計算値とメンテナンス時間と、をファイルCに保存する。
- [0147] メインテナンススケジュール計画部370は、ファイルA、ファイルB、ファイルC及びファイルDのデータに基づいてメインテナンススケジュールの最適化を行う。この最適化は、例えば、メインテナンスコストを最小化するという評価観点で最適化した場合のメンテナンス日を特定することである。メインテナンススケジュール計画部370によって最適化されたメンテナンス日は、推奨メンテナンス日として提示される。
- [0148] メインテナンススケジュール計画部370は、最適化の処理によって求められたリソセル毎の交換モジュール及び交換部品の推奨メンテナンス日と、メンテナンス時間とを含むデータをファイルEに出力する。ファイルEには、最適化されたリソセル毎の交換モジュール及び交換部品の推奨メンテナンス日とメンテナンス時間が保存される。メインテナンススケジュール計画部370は、ファイルEのデータを、データ出力部390に出力してよい。
- [0149] データ出力部390は、ファイルEのデータを、ネットワーク210を介して、C/D装置用管理システム202と、露光装置用管理システム204と、レーザ装置用管理システム206と、半導体工場管理システム208と、図示しない表示端末とに出力する。なお、リソセル管理サーバ310は、ファイルEに保存された情報を表示するための表示装置を備えていてもよい。データ出力部390は、メインテナンススケジュール計画部370によって最適化されたメインテナンススケジュール計画の作成結果を出力する。
- [0150] 6. 2. 2 ファイルAに含まれるテーブルデータの例
- 図8は、ファイルAに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。フ

ファイルAは、リソセル#k ($k=1, 2, \dots, w$) の稼動情報を保存するファイルである。ファイルAには、各装置のメンテナンス情報から、それぞれのリソセル#1～#k～#wについてメンテナンス情報をまとめ直して、定期的に稼動状況のログデータが保存される。

[0151] ファイルAのテーブルデータは、リソセル#kのデータ取得の日付と時刻D及びデータ取得開始時からのウエハ処理枚数Wn及び1日当たりのウエハ処理枚数Wndayと、露光装置(k)のデータ取得開始時からの露光パルス数Nex及び1日当たりの露光パルス数Nexdayと、レーザ装置(k)のデータ取得開始時からの発振パルス数Np及び1日当たりの発振パルス数Npday及びレーザ装置から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギーEpと、を含む。

[0152] 1日当たりの稼動状況パラメータは以下の式で計算される。

$$[0153] \quad Wnday(k, i-1) = \{Wn(k, i) - Wn(k, i-1)\} / \{D(k, i) - D(k, i-1)\} \quad (1)$$

$$Nexday(k, i-1) = \{Nex(k, i) - Nex(k, i-1)\} / \{D(k, i) - D(k, i-1)\} \quad (2)$$

$$Npday(k, i-1) = \{Np(k, i) - Np(k, i-1)\} / \{D(k, i) - D(k, i-1)\} \quad (3)$$

データの取得タイミングは、周期的に、例えば、1日(24時間)毎とする。データの取得周期は、1/24日以上1日以下が好ましい。

[0154] 1日当たりの稼動状況の計算に使用するパラメータ値Wnday(k)、Nexday(k)、Npday(k)の各々は、 $i=m-h$ から $i=m-1$ の範囲の平均値を計算して、ファイルAに書き込む。

[0155] ただし、iはデータ番号を表す1以上の整数である。hは正の整数であって、 $m-1$ から1の間の数字である。

[0156] $h=m-1$ の場合は、 $i=1$ から $i=m-1$ の範囲の平均値となる。

[0157] $h=1$ の場合は、 $i=m-1$ の値となる。

[0158] 必要に応じて、hの値を決定して、平均値を求める。

[0159] 今後の稼動率が、最近の稼動率と略一致する場合は、近日中のデータを平均化してもよい。例えば、 $h=2$ 以上7以下のパラメータ値を平均化してもよい。

[0160] 図8のファイルAに保存されたデータをグラフ化した例を、図9、図10

、及び図 11 に示す。図 9 は、縦軸にウエハ処理枚数 W_n 、露光パルス数 N_{ex} 、及び発振パルス数 N_p の各々を、横軸にデータ取得日をプロットしたグラフである。

[0161] ウエハ処理枚数 W_n 、露光パルス数 N_{ex} 、及び発振パルス数 N_p の各々のグラフは、ほとんど同じような傾向を示す。ただし、露光パルス数 N_{ex} はレーザ装置の発振パルス数 N_p に比べて多少小さくなる。これは、レーザ装置 16 は、パルスエネルギーや波長が目標値の許容範囲に入るまでは露光装置 14 にパルスレーザ光を入射させずに調整発振を行うためである。

[0162] 図 10 は、1 日当たりのウエハ処理枚数 W_{nday} 、1 日当たりの露光パルス数 N_{exday} 、1 日当たりの発振パルス数 N_{pday} の各々の経時変化を示す。

[0163] これらの稼動パラメータは、リソセル毎の交換モジュールや交換部品のメンテナンス日を計算するために使用する稼動パラメータである。図 10 に示すグラフは、リソセル $\#k$ の稼動率の経時変化のグラフと読み替えることもできる。

[0164] 図 11 は、レーザ装置 16 から出力されたパルスレーザ光のパルスエネルギー E_p の経時変化を示すグラフである。基本的には、レジストの変更やレチクル 74 の変更などの露光条件に変更がなければ、パルスエネルギー E_p は一定の値となる。

[0165] 使用されるレジストが変更されてレジスト感度が変わる場合や、同じレジストであってもレチクル 74 のマスクパターンが変わる場合は、必要なパルスエネルギーが変更されることがある。ここでは、レーザ装置 16 から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギー E_p のデータが取得される。

[0166] パルスレーザ光のパルスエネルギー E_p によって、レーザ装置 16 及び露光装置 14 の交換モジュールや交換部品の寿命パルス数が変化することがある。

[0167] 〈その他〉

図 8～図 10 に示す例では、リソセル $\#k$ における C/D 装置 $\#k$ のウエハ処理枚数 W_{cdn} とリソセル $\#k$ における露光装置 $\#k$ のウエハ処理枚数 W_{exn} とは、ほとんど同じと見做して、リソセル $\#k$ のウエハ処理枚数 W_n とした。すなわち、

「 $W_n \div W_{cdn} \div W_{exn}$ 」の関係を満たすものとした。

[0168] 図 1 1 の例では、レーザ装置 1 6 から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギーが変化しない場合を示したが、この例に限定されない。例えば、使用されるレジストが変更されてレジスト感度が変わる場合や、同じレジストであってもレチクル 7 4 のマスクパターンが変わる場合は、必要なパルスエネルギーが変更されることがある。この場合、レーザ装置 1 6 から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギーのデータが取得される。

[0169] パルスレーザ光のパルスエネルギーによって、レーザ装置 1 6 及び露光装置 1 4 の交換モジュールや交換部品の寿命パルス数が変化することがある。この場合は、後述するが、パルスエネルギーに対する寿命パルス数をあらかじめファイル B に保存することによって対応できる。

[0170] 6. 2. 3 ファイル B に含まれるテーブルデータ (1) の例

図 1 2 は、ファイル B に含まれるテーブルデータ (1) の例を示す図表であり、リソセル毎の各装置の交換モジュール及び交換部品のメンテナンス情報のデータ例を示す。

[0171] リソセル毎の各装置の交換モジュール又は交換部品に対して、寿命パラメータと、寿命値 $Life(k, l, m)$ と、標準メンテナンス時間 $T_{mhs}(k, l, m)$ と、交換コスト $C_{exc}(k, l, m)$ と、寿命パラメータ値 $Pra(k, l, m)$ と、寿命パラメータを計測した日付及び時刻 $D_{me}(k, l, m)$ と、残りの寿命パラメータ値 $Prarl(k, l, m)$ と、がテーブルデータとして保存されている。ただし、 k はリソセル番号、 l は装置の番号、 m は交換モジュール又は交換部品の番号である。

[0172] 寿命パラメータは、以下の 4 つに分類される。

[0173] [分類 1] 交換モジュール又は交換部品の動作時間に依存するパラメータ
例えば、ケミカルフィルタを交換してからの空気が通過した動作時間等が該当する。

[0174] [分類 2] 交換モジュール又は交換部品のウエハ処理枚数に依存するパラメータ

例えば、C/D 装置の基板回転モジュールを交換してからのウエハを処理

した枚数等が該当する。

[0175] [分類3] 交換モジュール又は交換部品の露光パルス数に依存するパラメータ

例えば、露光装置の照明光学系の交換部品を交換してからの露光パルス数等が該当する。

[0176] [分類4] 交換モジュール又は交換部品の発振パルス数に依存するパラメータ

例えば、レーザ装置のレーザチャンバを交換してからの発振パルス数等が該当する。

[0177] 図12中の単位寿命当たりの交換コスト $Cplife(k, l, m)$ は以下の式から計算される。

[0178] $Cplife(k, l, m) = Cexc(k, l, m) / Life(k, l, m)$ (4)

メンテナンス時間は、各装置単体でのメンテナンス時間だけでなく、交換モジュール及び交換部品を交換した際にリソセルがウエハの生産を停止している時間とする。つまり、メンテナンス時間はメンテナンスの実施によって見込まれるダウンタイムを表す。

[0179] 残りの寿命パラメータ値 $Prarl(k, l, m)$ は以下の式から計算される。

[0180] $Prarl(k, l, m) = Life(k, l, m) - Pra(k, l, m)$ (5)

〈その他〉

図12に示す例では、単純化するために、C/D装置のド레인回収モジュールや基板回転モジュールの寿命は、ウエハの処理枚数に略依存するとして計算した。

[0181] 寿命パラメータは分類1から分類4に限定されない。例えば、レジストの使用量を寿命パラメータとしてもよい。寿命パラメータと、1日当たりの変動量とをモニタできれば何でもよい。

[0182] 6. 2. 4 ファイルBに含まれるテーブルデータ(2)の例

図13は、ファイルBに含まれるテーブルデータ(2)の例を示す図表である。図13に、同日に複数の交換モジュール又は交換部品のメインテナン

スを行う場合のメンテナンス時間のテーブルデータを示す。同じ装置で同日にメンテナンスを行うと、メンテナンス時間が短くなる場合がある。

[0183] 例えば、同じレーザ装置 16 について、狭帯域化モジュール (LNM)、レーザチャンバ (CH)、モニタモジュール (MM)、及びフロントミラー (FM) のうち少なくとも 2 つ以上の交換モジュールを同時に (同日に) 交換するときはメンテナンス時間が短くなる。このような同日交換を行うときは、モジュール交換前後のレーザ性能を確認する工程が 1 回で済むのでメンテナンス時間が短くなる。

[0184] また、レーザ装置 16 だけでなく、C/D 装置 12 や露光装置 14 の各装置についても同様のことが言える。さらに、装置単位だけでなく、C/D 装置 12 や露光装置 14 の交換モジュール及び交換部品の交換が複数となって、リソセル 10 の単位でメンテナンス時間が短くなる場合は、その組み合わせに関するテーブルデータとして記憶する。

[0185] これらのデータをそれぞれ、テーブルデータとしてファイル B に記憶しておき、上記組み合わせで同日に交換を実施する場合のメンテナンス時間は、このテーブルデータの値を使用する。

[0186] 6. 2. 5 ファイル B に含まれるテーブルデータ (3) の例

図 14 は、ファイル B に含まれる他のテーブルデータ (3) の例を示す図表である。図 14 に、レーザ装置 16 から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギーが異なる場合の寿命値のテーブルデータの例を示す。

[0187] 一般的に、パルスレーザ光のエネルギーが高くなると、レーザ装置 16 のモジュールや露光装置 14 の光学系に関する部品の寿命が短くなることがある。

[0188] パルスレーザ光のパルスエネルギー E_p をモニタし、図 14 に示すテーブルデータの寿命値を使用することによって、メンテナンススケジュール計画を立てることができる。

[0189] 〈その他〉

一般に光学素子の寿命は、1 光子吸収の場合と、2 光子吸収の場合とで異

なる。

[0190] 1光子吸収の場合は、例えば、次式で表される。

[0191] 寿命パラメータ = $(E_p(k)/10) \cdot \text{発振パルス数}$ (6)

2光子吸収の場合は、例えば、次式で表される。

[0192] 寿命パラメータ = $(E_p(k)/10)^2 \cdot \text{発振パルス数}$ (7)

レーザ装置16の寿命パラメータ値 $Pra(k, 3, m)$ は上記の式(6)又は式(7)を用いて計算してもよい。

[0193] また、露光装置14の寿命パラメータ値 $Pra(k, 2, 2)$ 及び $Pra(k, 2, 3)$ に関しても、同様に上記の式(6)又は式(7)の発振パルス数を露光パルス数に置き換えて計算してもよい。

[0194] 6. 2. 6 標準メンテナンス日計算部の処理例

図15は、標準メンテナンス日計算部340における処理内容の例を示すフローチャートである。

[0195] ステップS12において、標準メンテナンス日計算部340は、ファイルAからリソセル#kの稼動状況を示す稼動情報のデータを読み込む。例えば、標準メンテナンス日計算部340は、ファイルAから図8に示すような1日当たりの稼動状況を示すパラメータ値である $Wnday(k)$ と、 $Nexday(k)$ と、 $Npday(k)$ と、を読み込む。

[0196] ステップS14において、標準メンテナンス日計算部340は、ファイルBからリソセル#kの交換モジュール及び交換部品について、メンテナンス情報を読み込む。例えば、標準メンテナンス日計算部340は、ファイルBから図12に示すようなメンテナンス情報を読み込む。また、標準メンテナンス日計算部340は、残りの寿命パラメータ値 $Prarl(k, l, m)$ と、寿命パラメータを取得した日付及び時刻 $Dme(k, l, m)$ と、を読み込む。

[0197] ステップS16において、標準メンテナンス日計算部340は、ファイルA及びファイルBから読み込んだデータからリソセル#kの交換モジュール及び交換部品の標準メンテナンス日 $Dmds(k, l, m)$ を計算する。

[0198] 標準メンテナンス日 $Dmds(k, l, m)$ は、次の[a]から[d]に示すいずれ

かの式に従って計算される。

[0199] [a] 寿命パラメータが時間の場合

$$Dmds(k, l, m) = Dme(k, l, m) + Prarl(k, l, m) \quad (8)$$

[b] 寿命パラメータがウエハ処理枚数の場合

$$Dmds(k, l, m) = Dme(k, l, m) + Prarl(k, l, m) / Wnday(k) \quad (9)$$

[c] 寿命パラメータが露光パルス数の場合

$$Dmds(k, l, m) = Dme(k, l, m) + Prarl(k, l, m) / Nexday(k) \quad (10)$$

[d] 寿命パラメータが発振パルス数の場合

$$Dmds(k, l, m) = Dme(k, l, m) + Prarl(k, l, m) / Npday(k) \quad (11)$$

ステップS18において、標準メンテナンス日計算部340は、ステップS16にて計算した標準メンテナンス日 $Dmds(k, l, m)$ を含むデータをファイルCに書き込む。標準メンテナンス日計算部340は、標準メンテナンス日 $Dmds(k, l, m)$ と、単体で交換した場合の標準メンテナンス時間 $Tmhs(k, l, m)$ と、をファイルCに書き込む。

[0200] 6. 2. 7 ファイルC及びファイルDの具体例

図16は、ファイルCに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。ファイルCには、交換モジュール又は交換部品ごとの寿命パラメータ、標準メンテナンス時間、標準メンテナンス日、及び単位寿命当たりの交換コストが保存される。

[0201] 図17は、ファイルDに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。ファイルDには、リソセル毎に、ダウンタイムによる単位時間当たりの損失コストが保存される。以後、ダウンタイムによる損失コストを「ダウンタイムコスト」と呼ぶ。

[0202] 6. 2. 8 メインテナンススケジュール計画部の処理例

図18は、メインテナンススケジュール計画部370における処理内容の例を示すフローチャートである。

[0203] ステップS22において、メインテナンススケジュール計画部370は、ファイルDからリソセル#kの単位時間当たりのダウンタイムコストを読み込

む。

- [0204] ステップS 2 4において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、ファイルCからリソセル#kの交換モジュール及び交換部品のテーブルデータを読み込む。
- [0205] ステップS 2 6において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、標準メインテナンス日の早い順にテーブルデータを並べ直す。並び替え後のテーブルデータを「ソート後のテーブルデータ」という。
- [0206] ステップS 2 8において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、変数u及び変数vをそれぞれ初期値である「1」に初期化する。
- [0207] ステップS 3 0において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、変数sの値を初期値である「1」に初期化する。
- [0208] ステップS 3 2において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、ソート後のテーブルデータにおけるu番目からu + s番目までの交換モジュール又は交換部品の各メインテナンス日をすべてu番目の交換モジュール又は交換部品のメインテナンス日 $D_{m\text{ds}}(k, l, m, u)$ に変更し、この値を $D_{m\text{op}}(k, v)$ とする。
- [0209] ステップS 3 4において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、u番目からu + s番目の中で最も長い時間のメインテナンス時間を、メインテナンス時間 $T_{m\text{op}}(k, v)$ とする。
- [0210] ステップS 3 6において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、コストメリットの計算を行う。
- [0211] 図1 9は、コストメリットの計算処理の例を示すフローチャートである。図1 9のフローチャートは、図1 8のステップS 3 6に適用される。
- [0212] 図1 9のステップS 5 2において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、交換日の前倒しによる増加コスト $C_{\text{excup}}(k, v)$ を計算する。
- [0213] 増加コスト $C_{\text{excup}}(k, v)$ は、次式から計算される。
- [0214]
$$C_{\text{excup}}(k, v) = \sum \{C_{\text{plife}}(k, l, m, q) \cdot \text{Parad}(D_{m\text{ds}} \sim D_{m\text{op}})\} \quad (12)$$
式中の $\sum$ は、 $q=u$ から $q=u+s$ までの総和を表す。

[0215] $Cplife(k, l, m, q)$ は、ソート後のテーブルデータにおける q 番目の交換モジュール又は交換部品の単位寿命当たりの交換コストである。

[0216] ここで、 $Parad(Dmds \sim Dmop)$ は、寿命パラメータ値がそれぞれの標準メンテナンス日 $Dmds$ から新しく設定した $Dmop$ の日付に前倒しすることによって減る q 番目の交換モジュール又は交換部品の寿命パラメータの値と定義する。

[0217] この場合の値は、1日当たりに減少する寿命パラメータ値と前倒し日数の積となる。

[0218] $Parad(Dmds \sim Dmop)$ は、次の [e] から [h] に示すいずれかの式に従って計算される。

[0219] [e] 寿命パラメータが時間の場合

$$Parad(Dmds \sim Dmop) = \{Dmds(k, l, m, u) - Dmop(k, v)\} \quad (13)$$

[f] 寿命パラメータがウエハ処理枚数の場合

$$Parad(Dmds \sim Dmop) = \{Dmds(k, l, m, u) - Dmop(k, v)\} \cdot Wnday(k) \quad (14)$$

[g] 寿命パラメータが露光パルス数の場合

$$Parad(Dmds \sim Dmop) = \{Dmds(k, l, m, u) - Dmop(k, v)\} \cdot Nexday(k) \quad (15)$$

[h] 寿命パラメータが発振パルス数の場合

$$Parad(Dmds \sim Dmop) = \{Dmds(k, l, m, u) - Dmop(k, v)\} \cdot Npday(k) \quad (16)$$

ステップ S 5 4 において、メンテナンススケジュール計画部 3 7 0 は、ダウタイム低減による低減コスト $Cdtd(k, v)$ を計算する。

[0220] 低減コスト $Cdtd(k, v)$ は、次式から計算される。

$$Cdtd(k, v) = \{\sum Tmhs(k, l, m, q) - Tmop(k, v)\} \cdot Cdt(k) \quad (17)$$

$Cdt(k)$ は、リソセル毎の単位時間当たりのダウタイムコストである（図 1 7 参照）。

[0222] ステップ S 5 6 において、メンテナンススケジュール計画部 3 7 0 は、ステップ S 5 2 で求めた増加コスト $Cexcup(k, v)$ と、ステップ S 5 4 で求めた低減コスト $Cdtd(k, v)$ と、を基に、コストメリット $Cm(k, v)$ を計算する。

[0223] コストメリット $Cm(k, v)$ は、次式から計算される。

$$Cm(k, v) = Cdtd(k, v) - Cexcup(k, v) \quad (18)$$

ステップS 5 6にてコストメリット $C_m(k, v)$ を求めたら、図1 9のフローチャートを終了して、図1 8のメインフローに復帰する。

[0225] 図1 8のステップS 3 8において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、コストメリットがあるか否かを判定する。

[0226] メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、ステップS 3 6にて求めた $C_m(k, v)$ が $C_m(k, v) > 0$ を満たす場合は、ステップS 4 0に進み、変数 s の値をインクリメントしてステップS 3 2に戻る。

[0227] ステップS 3 8の判定処理にて、 $C_m(k, v) \leq 0$ である場合、メインテナンススケジュール計画部3 7 0はステップS 4 1に進む。

[0228] ステップS 4 1において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、 u 番目から $u + s$ 番目までのメインテナンス日及びメインテナンス時間をファイルCのデータに戻す。

[0229] そして、ステップS 4 2において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、変数 s の値をデクリメントしてステップS 4 3に進む。

[0230] ステップS 4 3において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、 u 番目から $u + s$ 番目までの交換モジュール又は交換部品の各メインテナンス日をすべて u 番目の交換モジュール又は交換部品のメインテナンス日 $D_{m d s}(k, l, m, u)$ に変更し、この値を $D_{m o p}(k, v)$ とする。ステップS 4 3の処理はステップS 3 2の処理と同様である。

[0231] ステップS 4 4において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、 u 番目から $u + s$ 番目の中で最も長い時間のメインテナンス時間を、メインテナンス時間 $T_{m o p}(k, v)$ とする。ステップS 4 4の処理はステップS 3 4の処理と同様である。

[0232] ステップS 4 5において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、コストメリットの計算を行う。ステップS 4 5の処理はステップS 3 6の処理と同様である。

[0233] その後ステップS 4 6において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、変数 v の値をインクリメントすると共に、変数 u に $s+1$ を加えて、 $u+s$

+1を新たに変数 u の値とする。ステップS 4 6にて v の値と u の値とをそれぞれ更新した後、ステップS 4 7において、メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、 $u+1 > u_{\max}$ を満たすか否かを判定する。 $u_{\max}$ は交換モジュールと交換部品との総数である。

[0234] メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、ステップS 4 7の判定結果がN o判定である場合は、ステップS 3 0に戻る。メインテナンススケジュール計画部3 7 0は、 u の値が $u_{\max}$ に達するまでステップS 3 0からステップS 4 7を繰り返す。

[0235] ステップS 4 7の判定処理にて、Y e s判定になると、メインテナンススケジュール計画部3 7 0はステップS 4 8に進み、ファイルEにデータの書き込みを行う。ステップS 4 8の後、図1 8のフローチャートを終了する。

[0236] 6. 2. 9 ファイルEの具体例

図2 0は、ファイルEに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。ファイルEのテーブルデータには、リソセル毎の各消耗品の標準メインテナンス日、各消耗品を単体で交換した場合の標準メインテナンス時間、単位寿命当たりの交換コスト、リソセル毎に最適化された最適メインテナンス日、交換日の前倒しによる増加コスト、メインテナンス時間、ダウンタイム低減コスト、及びコストメリットの各データが含まれる。

[0237] 図2 1は、標準メインテナンス日と、前倒しした最適メインテナンス日との関係を模式的に示す説明図である。図2 1は、図2 0に示されたテーブルデータの内容を反映している。

[0238] 図2 1において、例えば、 $u=2$ と $u=3$ の各消耗品について標準メインテナンス日よりメインテナンス日が前倒しされ、 $u=1$ の消耗品の標準メインテナンス日と同じ日に、 $u=1 \sim 3$ の各消耗品のメインテナンスを行うことが推奨される。

[0239] 同様に、 $u=5 \sim 7$ の各消耗品について標準メインテナンス日よりメインテナンス日が前倒しされ、 $u=4$ の消耗品の標準メインテナンス日と同じ日に、 $u=4 \sim 7$ の各消耗品のメインテナンスを行うことが推奨される。

[0240] また同様に、 $u=9$ 及び $u=10$ の各消耗品について標準メンテナンス日よりメンテナンス日が前倒しされ、 $u=8$ の消耗品の標準メンテナンス日と同じ日に、 $u=9$ 及び $u=10$ の各消耗品のメンテナンスを行うことが推奨される。

[0241] さらに同様に、 $u=12$ の消耗品について標準メンテナンス日よりメンテナンス日が前倒しされ、 $u=11$ の消耗品の標準メンテナンス日と同じ日に、 $u=12$ の消耗品のメンテナンスを行うことが推奨される。

[0242] 6. 3 作用・効果

実施形態1によれば、リソセル毎の稼動状況に関する稼動情報と、リソセル毎の消耗品のメンテナンス情報と、リソセル毎のメンテナンスのダウンタイムによる損失コストと、からリソセル毎の消耗品のメンテナンススケジュールの最適化を行っている。実施形態1によれば、リソセルの単位とは無関係に、装置毎にメンテナンスを行う場合に比べて、メンテナンスコストやダウンタイムの低減が可能となる。

[0243] 6. 4 その他

リソセル管理サーバ310は本開示における「メンテナンス管理装置」の一例である。実施形態1におけるデータ取得部320と記憶部330との組合せは本開示における「稼動情報処理部」の一例である。データ取得部320と記憶部336との組合せは本開示における「メンテナンス情報処理部」の一例である。標準メンテナンス日計算部340は本開示における「標準メンテナンス時期計算部」の一例である。リソセル管理サーバ310が実施する処理は本開示における「メンテナンス管理方法」の一例である。ファイルAに保存された稼動情報のデータは本開示における「稼動データ」の一例である。

[0244] 7. 実施形態2

7. 1 構成

図22は、実施形態2に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。図7で説明したリソセル管理サーバ310に代えて、図22に示す

リソセル管理サーバ312を用いることができる。図7で説明したリソセル管理サーバ310との相違点を説明する。

[0245] 実施形態2では、リソセル毎の稼働情報500として、リソセル毎の今後の稼働予定情報が追加される。図22に示すリソセル管理サーバ312が扱う稼働情報500の中には、ファイルA(2)及びファイルFが含まれる。リソセル管理サーバ312は、図7に例示したテーブルデータとは異なるテーブルデータを含むファイルA(2)の作成、記憶、情報の読み出し及び書き込みを行う機能を有する。実施形態2において作成される、リソセル毎の過去の稼働情報を保存したファイルをファイルA(2)と表記する。ファイルA(2)に含まれるテーブルデータの例については図23を用いて後述する。

[0246] リソセル管理サーバ312は、ファイルA(2)を記憶しておく記憶部332を含む。

[0247] リソセル管理サーバ312には、ファイルFの作成、記憶、情報の読み出し及び書き込みを行う機能が追加されている。ファイルFは、リソセル毎の今後の稼働予定情報が保存されるファイルである。リソセル管理サーバ312は、ファイルFを記憶しておく記憶部400を含む。

[0248] また、リソセル管理サーバ312は、図7の標準メンテナンス日計算部340及びメンテナンススケジュール計画部370に代えて、図22に示すように、標準メンテナンス日計算部342及びメンテナンススケジュール計画部372を含む。

[0249] 7. 2 動作

7. 2. 1 リソセル管理サーバの動作

図22に示すリソセル管理サーバ312のデータ取得部320は、半導体工場管理システム208から、日付とその日に予定されるウエハの処理枚数のデータを取得して、ファイルFに保存する。日付ごとに予定されるウエハの処理枚数を「日毎の予定ウエハ処理枚数」という。データ取得部320は、日付及び日毎の予定ウエハ処理枚数のデータから、本日以降の予定ウエハ

処理枚数と、日毎の予定露光パルス数と、本日以降の予定露光パルス数と、日毎の予定発振パルス数と、本日以降の予定発振パルス数と、を計算して、計算結果をファイルFに保存する。

[0250] 上記の各値の計算は、ファイルA (2) に保存されている、1枚ウエハ当たりの露光パルス数 $N_{exwef}(k)$ 及び1枚ウエハ当たりの発振パルス数 $N_{pwef}(k)$ に基づいて行われる。1枚ウエハ当たりの露光パルス数 $N_{exwef}(k)$ 及び1枚ウエハ当たりの発振パルス数 $N_{pwef}(k)$ のデータを含むテーブルデータの例は後述する(図23参照)。

[0251] 標準メンテナンス日計算部342は、ファイルA (2) とファイルBとファイルFとのデータに基づいて標準メンテナンス日を計算する。

[0252] メインテナンススケジュール計画部372は、ファイルCとファイルDとのデータに基づいて、メインテナンススケジュールの最適化を実行する。

[0253] 7. 2. 2 ファイルA (2) に含まれるテーブルデータの例

図23は、ファイルA (2) に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。実施形態2で用いるファイルA (2) には、図8で説明した第1例に係るテーブルデータの「1日当たりの露光パルス数」と「1日当たりの発振パルス数」とに代えて、「1枚ウエハ当たりの露光パルス数」と「1枚ウエハ当たりの発振パルス数」との各情報を含む。

[0254] データ取得部320は、1枚ウエハ当たりの露光パルス数 N_{exwef} と1枚ウエハ当たりの発振パルス数 N_{pwef} とを、それぞれ次の計算式に従って計算し、求めた各値を含むテーブルデータを保存する。

$$[0255] \quad N_{exwef}(k, i-1) = \{N_{ex}(k, i) - N_{ex}(k, i-1)\} / W_{nday}(k, i-1) \quad (19)$$

$$N_{pwef}(k, i-1) = \{N_p(k, i) - N_p(k, i-1)\} / W_{nday}(k, i-1) \quad (20)$$

$N_{exwef}(k)$ は、 $N_{exwef}(k, 1)$, $N_{exwef}(k, 2)$, $\dots$, $N_{exwef}(k, i-1)$, $\dots$, $N_{exwef}(k, j-1)$ の平均値である。

[0256] $N_{pwef}(k)$ は、 $N_{pwef}(k, 1)$, $N_{pwef}(k, 2)$, $\dots$, $N_{pwef}(k, i-1)$, $\dots$, $N_{pwef}(k, j-1)$ の平均値である。

[0257] 〈その他〉

なお、データ取得部320は、Nexを縦軸、Wnを横軸としてデータをプロットして、最小二乗法により直線近似した直線の勾配をNex(k)としてもよい。

[0258] また、データ取得部320は、Npを縦軸とし、Wnを横軸にして、データをプロットして、最小二乗法により直線近似した直線の勾配をNp(k)としてもよい。

[0259] 7. 2. 3 ファイルFに含まれるテーブルデータの例

図24は、ファイルFに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。

図24に、リソセル#kの稼動予定情報のデータの例を示す。

[0260] データ取得部320は、半導体工場管理システム208から、日付DATEplと、その日に予定されるウエハの処理枚数Wplpdと、を取得してファイルFに保存する。

[0261] データ取得部320は、取得したデータから、本日以降の予定ウエハ処理枚数Wplpdsuと、日毎の予定露光パルス数Nexplpdと、本日以降の予定露光パルス数Nexplsuと、日毎の予定発振パルス数Npplpdと、本日以降の予定発振パルス数Npplsuと、を計算して、計算結果をファイルFに保存する。

[0262] データ取得部320は、図23で説明したファイルA(2)に保存されている、1枚ウエハ当りの露光パルス数Nexwef(k)及び1枚ウエハ当りの発振パルス数Npwef(k)に基づいて下記計算式に従って、各値を計算する。

$$[0263] \quad Wplpdsu(k, f) = Wplpd(k, 1) + Wplpd(k, 2) + Wplpd(k, 3) + \dots + Wplpd(k, f) \quad (21)$$

$$Nexplpd(k, f) = Wplpd(k, f) \cdot Nexwef(k) \quad (22)$$

$$Nexplsu(k, f) = Nexplpd(k, 1) + Nexplpd(k, 2) + Nexplpd(k, 3) + \dots + Nexplpd(k, f) \quad (23)$$

$$Npplpd(k, f) = Wplpd(k, f) \cdot Npwef(k) \quad (24)$$

$$Npplsu(k, f) = Npplpd(k, 1) + Npplpd(k, 2) + Npplpd(k, 3) + \dots + Npplpd(k, f) \quad (25)$$

なお、ファイルFに保存された稼動予定情報のデータは本開示における「稼動予定データ」の一例である。

[0264] 7. 2. 4 標準メンテナンス日計算部の処理例

図25は、標準メンテナンス日計算部342における処理内容の例を示すフローチャートである。図25において、図15と共通するステップには同一のステップ番号を付し、重複する説明は省略する。

[0265] 図15のフローチャートに代えて、又は図15のフローチャートと組み合わせて、図25に示すフローチャートを適用し得る。ステップS13において、標準メンテナンス日計算部342は、ファイルFからリソセル#kの稼動予定情報のデータを読み込む。例えば、標準メンテナンス日計算部342は、ファイルFから図24に示すようなリソセル毎の稼動予定情報を読み込む。

[0266] ステップS14の処理は、図15のステップS14と同様である。ステップS14において、標準メンテナンス日計算部342は、ファイルBからリソセル#kの交換モジュール及び交換部品について、メンテナンス情報を読み込む。例えば、標準メンテナンス日計算部342は、ファイルBから図12に示すようなメンテナンス情報を読み込む。また、標準メンテナンス日計算部342は、残りの寿命パラメータ値 $Prarl(k, l, m)$ と、寿命パラメータを取得した日付及び時刻 $Dme(k, l, m)$ と、を読み込む。

[0267] ステップS17において、標準メンテナンス日計算部342は、ファイルF及びファイルBから読込んだデータからリソセル#kの交換モジュール及び交換部品の標準メンテナンス日を計算する。

[0268] 標準メンテナンス日 $Dmds(k, l, m)$ は、残りの寿命パラメータ値 $Prarl(k, l, m)$ 以下であって、本日以降のウエハ処理枚数 $Wplpdsu(k, f)$ 、本日以降の露光パルス数 $Nexplsu(k, f)$ 、又は本日以降の発振パルス数 $Npplsu(k, f)$ が一番大きい値となる日付とする。

[0269] ステップS 1 8において、標準メンテナンス日計算部3 4 2は、標準メンテナンス日 $D_{m d s}(k, l, m)$ と、単体で交換した場合の標準メンテナンス時間 $T_{m d s}(k, l, m)$ と、をファイルCに書き込む。

[0270] 7. 2. 5 メインテナンススケジュール計画部の処理例

図2 6は、メインテナンススケジュール計画部3 7 2における処理内容の例を示すフローチャートである。図2 6において、図1 8と共通するステップには同一のステップ番号を付し、重複する説明は省略する。図2 6に示すフローチャートは、図1 8のステップS 3 6及びステップS 4 5に代えて、ステップS 3 6 B及びステップS 4 5 Bを含む。

[0271] ステップS 3 6 Bにおいて、メインテナンススケジュール計画部3 7 2は、ファイルFから得たデータを用いてコストメリットを計算する。

[0272] 図2 7は、コストメリット計算処理の例を示すフローチャートである。図2 7のフローチャートは、図2 6のステップS 3 6 B及びステップS 4 5 Bの各々に適用される。図2 7において、図1 9と共通するステップには同一のステップ番号を付し、重複する説明は省略する。

[0273] 図2 7に示すフローチャートは、ステップS 5 2の前にステップS 5 1を含む。ステップS 5 1において、メインテナンススケジュール計画部3 7 2は、ファイルFからリソセル#kの稼動予定情報のデータを読み込む。

[0274] ステップS 5 2において、メインテナンススケジュール計画部3 7 2は、ファイルFのデータから $Parad(D_{m d s} \sim D_{m o p})$ の値を計算することができる。メインテナンススケジュール計画部3 7 2は、ファイルFのデータから計算した $Parad(D_{m d s} \sim D_{m o p})$ を用いて増加コスト $C_{e x c u p}(k, v)$ を計算する。

[0275] その他の処理内容は、図1 9のフローチャートと同様である。

[0276] 7. 3 作用・効果

実施形態2によれば、リソセル毎の過去の稼動情報と、リソセル毎の今後の稼動予定情報とに基づいて標準メンテナンスの日付を計算しているので、実施形態1と比べて、標準メンテナンス日の予測精度が一層改善される。

[0277] 実施形態2によれば、予測精度が改善された標準メンテナンス日と、今後の稼働予定情報とに基づいて最適なメンテナンススケジュールを計算しているので、メンテナンススケジュールの最適化の精度が一層改善される。

[0278] 8. 実施形態3

8. 1 構成

図28は、実施形態3に係るリソセル管理サーバ313の機能を示すブロック図である。図22で説明した実施形態2に係るリソセル管理サーバ312との相違点を説明する。

[0279] 実施形態3では、リソセル毎の稼働情報500にレシピ情報が追加される。図28に示すリソセル管理サーバ313が扱う稼働情報500の中には、ファイルA(3)及びファイルF(2)が含まれる。リソセル管理サーバ313は、図8に例示したテーブルデータとは異なるテーブルデータを含むファイルA(3)の作成、記憶、情報の読み出し及び書き込みを行う機能を有する。実施形態3で作成される、リソセル毎の過去の稼働情報を保存したファイルをファイルA(3)と表記する。ファイルA(3)は、レシピ情報を含む。ファイルA(3)に含まれるテーブルデータの例については図29を用いて後述する。リソセル管理サーバ313は、ファイルA(3)を記憶しておく記憶部333を含む。

[0280] また、リソセル管理サーバ313は、図24に例示したデータテーブルとは異なるデータテーブルを含むファイルF(2)の作成、記憶、情報の読み出し及び書き込みを行う機能を有する。実施形態3で作成される、リソセル毎の今後の稼働情報を保存したファイルFをファイルF(2)と表記する。ファイルF(2)は、レシピ情報を含む。ファイルF(2)に含まれるデータテーブルの例については図30を用いて後述する。リソセル管理サーバ313は、ファイルF(2)を記憶しておく記憶部402を含む。

[0281] また、リソセル管理サーバ313は、図7の標準メンテナンス日計算部340及びメンテナンススケジュール計画部370に代えて、図28に示

すように、標準メンテナンス日計算部 3 4 2 及びメンテナンススケジュール計画部 3 7 2 を含む。

[0282] 8. 2 動作

8. 2. 1 リソセル管理サーバの動作

図 2 8 に示すリソセル管理サーバ 3 1 3 のデータ取得部 3 2 0 は、半導体工場管理システム 2 0 8 からレシピ情報を取得してファイル A (3) に保存する。データ取得部 3 2 0 は、レシピ情報と、各レシピに対応した平均ウエハ処理枚数と、各レシピに対応した平均露光パルス数と、各レシピに対応した平均発振パルス数と、をファイル A (3) に保存する。

[0283] データ取得部 3 2 0 は、半導体工場管理システム 2 0 8 から日付と、その日に予定されるウエハの処理枚数及びレシピ情報と、を取得して、これらをファイル F (2) に保存する。

[0284] データ取得部 3 2 0 は、各レシピに対応した平均ウエハ処理枚数と、各レシピに対応した平均露光パルス数と、各レシピに対応した平均発振パルス数とに基づいて、本日以降の予定ウエハ処理枚数と、日毎の予定露光パルス数と、本日以降の予定露光パルス数と、日毎の予定発振パルス数と、本日以降の予定発振パルス数と、を計算して、計算結果をファイル F (2) に保存する。

[0285] 標準メンテナンス日計算部 3 4 2 は、ファイル F (2) のデータに基づいて標準メンテナンス日を算出する。

[0286] メインテナンススケジュール計画部 3 7 2 は、ファイル F (2) のデータに基づいてメインテナンススケジュールの最適化を実行する。

[0287] 8. 2. 2 ファイル A (3) に含まれるテーブルデータの例

図 2 9 は、ファイル A (3) に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。実施形態 3 で用いるファイル A (3) は、図 2 3 に例示したテーブルデータの内容に追加して、以下のデータを含む。

[0288] すなわち、ファイル A (3) のテーブルデータには、レシピの情報 Lcip と、各レシピに対応した 1 日当たりの平均ウエハ処理枚数 Wndaylc と、各レシピ

に対応した1枚ウエハ当たりの平均露光パルス数 $N_{exweflc}$ と、各レシピに対応した1枚ウエハ当たりの平均発振パルス数 N_{pweflc} と、が追加されている。

[0289] 本明細書において「レシピ」とは、各レジスト材料及び各マスクパターンに対応した露光条件と定義する。レジスト材料が変更されれば、レジスト感度が変わるので、1枚ウエハ当たりの露光パルス数やレーザ装置の発振パルス数は変化する。マスクパターンが変更されれば、1枚ウエハ当たりの最適な露光量及び発振パルス数が増加する。例えば、マスクパターンが、ラインアンドスペースのパターンの場合と、コンタクトホールパターンの場合とでは、最適な露光量及び発振パルス数が増加する。

[0290] 図29は、レシピa、レシピb、及びレシピcの3種類のレシピがある場合の例を示している。リソセル#kにおけるこれら3種類のレシピの情報を $Lcip(k, a)$ 、 $Lcip(k, b)$ 、及び $Lcip(k, c)$ で示す。

[0291] リソセル管理サーバ313のデータ取得部320は、レシピの情報 $Lcip$ を、例えば、半導体工場管理システム208から受信して、受信したデータをファイルA(3)に保存する。

[0292] また、データ取得部320は、各レシピに対応した1日当たりの平均ウエハ処理枚数 W_{ndaylc} と、各レシピに対応した1枚ウエハ当たりの平均露光パルス数 $N_{exweflc}$ と、各レシピに対応した1枚ウエハ当たりの平均発振パルス数 N_{pweflc} と、を計算して、計算結果をファイルA(3)に保存する。

[0293] 8. 2. 3 ファイルF(2)に含まれるテーブルデータの例

図30は、ファイルF(2)に含まれるテーブルデータの例を示す図表である。図30に、ファイルF(2)におけるリソセル#kの稼働予定情報のデータの例を示す。実施形態3で用いるファイルF(2)は、図24に例示したテーブルデータの内容に追加して以下のデータを含む。

[0294] すなわち、ファイルF(2)は、レシピの情報 $Lcip$ と、レシピの情報に基づいた各パルス数(N_{expld} 、 N_{explsu} 、 N_{ppld} 、 N_{pplus})の情報と、を含む。

[0295] リソセル管理サーバ313のデータ取得部320は、例えば、半導体工場管理システム208から、今後の稼働予定に係るレシピの情報 $Lcip$ を取得し

て、ファイルF（2）に保存する。

[0296] データ取得部320は、日毎の予定露光パルス数 N_{explpd} と、日毎の予定発振パルス数 N_{pplpd} とは、ファイルA（3）に保存されている、各レシピに対応した1枚ウエハ当たりの平均露光パルス数（ $N_{exweflc}(k, a)$, $N_{exweflc}(k, b)$, $N_{exweflc}(k, c)$ ）と、各レシピに対応した1枚ウエハ当たりの平均発振パルス数（ $N_{pweflc}(k, a)$, $N_{pweflc}(k, b)$, $N_{pweflc}(k, c)$ ）と、に基づいて、下記の計算式に従って各値を計算する。

$$[0297] \quad N_{explpd}(k, 1 \sim 4) = W_{plpd}(k, 1 \sim 4) \cdot N_{exweflc}(k, b) \quad (26)$$

$$N_{explpd}(k, 5 \sim f) = W_{plpd}(k, 5 \sim f) \cdot N_{exweflc}(k, a) \quad (27)$$

$$N_{explpd}(k, f+1 \sim g) = W_{plpd}(k, f+1 \sim g) \cdot N_{exweflc}(k, c) \quad (28)$$

〈その他〉

ここでは、レシピはa, b, cの3種類の例を示したが、レシピの数はこの例に限定されることなく、2種類以上であればよい。

[0298] ここでは、過去の稼動情報として1日の間はレシピが同じ例を示したが、同じ日であっても、レシピが異なれば、レシピの変更日と時刻を詳細にファイルA（3）に保存しておいて、1日当たりに換算して計算してもよい。

[0299] また、ここでは、稼動予定情報として1日の間はレシピが同じ例を示したが、同じ日であっても、レシピが異なれば、レシピの変更日と時刻を詳細にファイルF（2）に保存し、さらに詳細に計算してもよい。

[0300] 8. 3 作用・効果

実施形態3によれば、リソセル毎の過去の稼動情報と、リソセル毎の今後の稼動予定情報と、それぞれのレシピ情報とに基づいて標準メンテナンス日を計算しているので、標準メンテナンス日の予測精度がさらに改善される。

[0301] 実施形態3によれば、レシピ情報に基づいて算出された標準メンテナンス日と、今後の稼動予定情報とに基づいて最適なメンテナンススケジュールを計算しているので、メンテナンススケジュールの最適化の精度がさらに改善される。

[0302] 9. 実施形態4

9. 1 構成

図31は、実施形態4に係るリソセル管理サーバ314の機能を示すブロック図である。図28で説明した実施形態3に係るリソセル管理サーバ313との相違点を説明する。

[0303] 実施形態4では、交換モジュール及び交換部品に関するメンテナンス情報501として、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命予測情報が追加される。図31に示すリソセル管理サーバ314は、ファイルGの作成、記憶、情報の読み出し及び書き込みを行う機能が追加されている。ファイルGは、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命予測情報が保存されるファイルである。リソセル管理サーバ314は、ファイルGを記憶しておく記憶部410と、予測寿命値計算部414と、を含む。リソセル管理サーバ314が扱うメンテナンス情報501の中には、ファイルBとファイルGが含まれる。

[0304] 9. 2 動作

9. 2. 1 リソセル管理サーバの動作

図31に示すリソセル管理サーバ314のデータ取得部320は、C/D装置用管理システム202と、露光装置用管理システム204と、レーザ装置用管理システム206とから、定期的に、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命予測情報を取得する。

[0305] 寿命予測情報は、交換モジュール及び交換部品の寿命を予測するために用いられる情報である。寿命予測情報は、例えば、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命パラメータ値と、寿命を監視する監視パラメータのログデータと、監視パラメータの閾値と、を含んでよい。

[0306] データ取得部320は、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命パラメータ値と、寿命を監視する監視パラメータのログデータと、監視パラメータの閾値とを、ファイルGに保存する。寿命監視パラメータは交換モジュール又は交換部品の寿命と相関するパラメータであればよい。実施形態4

におけるデータ取得部320と保存部410との組合せは本開示における「寿命予測情報取得部」の一例である。

[0307] 予測寿命値計算部414は、ファイルGに保存されたログデータから把握される寿命監視パラメータのトレンドから、寿命監視パラメータが監視パラメータの閾値に到達すると予測される寿命パラメータ値を計算する。この計算結果から得られる「予測される寿命パラメータ値」を予測寿命値という。予測寿命値計算部414は、計算によって求めた予測寿命値のデータを、ファイルBに寿命値Life (k, l, m) として書き込む。

[0308] 9. 2. 2 ファイルGに含まれるログデータの例

図32は、ファイルGに含まれるログデータの例を示す図表である。C/D装置の交換部品であるケミカルフィルタは、寿命パラメータとして、交換してからの動作時間が適用される。ケミカルフィルタの寿命パラメータ値Praは、交換してからの動作時間を示す値である。ケミカルフィルタの寿命監視パラメータは、ケミカルフィルタを通過した空気中の不純物濃度である。ケミカルフィルタの寿命監視パラメータ値Cwは、ケミカルフィルタを通過した空気中の不純物濃度を計測した値である。ケミカルフィルタの寿命監視パラメータ値Cwが閾値Cwthに到達すると、ケミカルフィルタの不純物除去能力が低下したとして、部品の寿命と判定することができる。

[0309] 露光装置の照明光学系の交換部品は、主にミラー及びその他の光学部品である。照明光学系の交換部品は、寿命パラメータとして、交換してからの露光パルス数が適用される。照明光学系の交換部品の寿命パラメータ値Praは、交換してからの露光パルス数を示す値である。照明光学系の交換部品の寿命監視パラメータは、照明光学系の透過率である。照明光学系の交換部品の寿命監視パラメータ値Tilは、照明光学系の透過率を示す値である。寿命監視パラメータ値が閾値Tilthに到達すると、照明光学系の交換部品が劣化したとして、部品の寿命と判定することができる。

[0310] レーザ装置の交換部品であるレーザチャンバは、寿命パラメータとして、交換してからの発振パルス数が適用される。レーザチャンバの寿命パラメータ

タ値Praは、交換してからの発振パルス数を示す値である。レーザチャンバの寿命監視パラメータは、レーザチャンバのガス圧である。レーザチャンバの寿命監視パラメータ値Pchは、レーザチャンバのガス圧を計測した値である。レーザチャンバの寿命監視パラメータ値Pchが閾値Pchthに到達すると、レーザチャンバが劣化したとして、寿命と判定することができる。

[0311] 〈その他〉

図32に示すファイルGの例は、交換モジュール及び交換部品の寿命予測情報の一例であって、他の交換モジュールや他の交換部品においても、寿命が予測できれば、寿命パラメータと寿命監視パラメータのログデータをファイルGに保存してもよい。

[0312] 9. 2. 3 予測寿命値計算部の処理例

図33は、予測寿命値計算部414の処理内容の例を示すフローチャートである。ステップS62において、予測寿命値計算部414は、ファイルGからリソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命予測情報を読み込む。例えば、予測寿命値計算部414は、ファイルGから図32に例示したような、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命パラメータ値と、寿命を監視する寿命監視パラメータのログデータと、監視パラメータの閾値と、を読み込む。

[0313] 図33のステップS64において、予測寿命値計算部414は、読み込んだデータを基に、交換モジュール及び交換部品の寿命の予測を行う。予測寿命値計算部414は、ファイルGに保存されたログデータから把握される寿命監視パラメータのトレンドから、予測寿命値を計算する。予測寿命値は、寿命監視パラメータ値が監視パラメータの閾値に到達する値であってよい。ステップS64の処理内容の具体例については図34を用いて後述する。

[0314] ステップS66において、予測寿命値計算部414は、ステップS64にて求めた予測寿命値に基づいて、交換コスト $C_{exc}(k, l, m)$ と、単位寿命当たりの交換コスト $C_{plife}(k, l, m)$ と、残りの寿命パラメータ値 $Prarl(k, l, m)$ と、を計算する。

- [0315] ステップS 6 8において、予測寿命値計算部4 1 4は、ステップS 6 6の計算にて求めたデータをファイルBに書き込み、データを更新する。ここで、初期のデータを図示しないメモリに保存し、更新前後の比較データを表示してもよい。
- [0316] 図3 4は、交換モジュール及び交換部品の寿命予測処理の例を示すフローチャートである。図3 4のフローチャートは、図3 3のステップS 6 4に適用される。図3 4のステップS 7 2において、予測寿命値計算部4 1 4は、寿命パラメータ値と寿命監視パラメータ値との関係をグラフ化する。得られるグラフは、図3 5に示すパターン1、又は図3 6に示すパターン2のいずれかに分類される。
- [0317] 図3 5は、寿命パラメータ値と寿命監視パラメータ値との関係をグラフ化した例を示す図である。図3 5に示すパターン1のグラフは、寿命パラメータ値が大きいほど、寿命監視パラメータ値も大きい関係を有する。図3 2で説明したC/D装置におけるケミカルフィルタとレーザ装置におけるレーザチャンバのそれぞれの寿命パラメータ値と寿命監視パラメータ値との関係は、パターン1に相当する。
- [0318] 図3 6は、寿命パラメータ値と寿命監視パラメータ値との関係をグラフ化した他の例を示す図である。図3 6に示すパターン2のグラフは、寿命パラメータ値が大きいほど、寿命監視パラメータ値が小さい関係を有する。図3 2で説明した露光装置における照明光学系の交換部品の寿命パラメータ値と寿命監視パラメータ値との関係は、パターン2に相当する。
- [0319] 予測寿命値計算部4 1 4は、交換モジュール及び交換部品の各々について、寿命パラメータ値と寿命監視パラメータ値との関係をグラフ化する。
- [0320] 図3 4のステップS 7 4において、予測寿命値計算部4 1 4は、グラフ化された関係を基に近似関数を計算する。近似関数の例としては、現在の寿命パラメータ値の付近を直線近似する態様、又は、実測された計測値から多項式近似する態様などがあり得る。
- [0321] ステップS 7 6において、予測寿命値計算部4 1 4は、近似関数から寿命

監視パラメータ値が監視パラメータの閾値に到達する寿命パラメータ値である予測寿命値を計算する。

[0322] ステップS 7 6の後、予測寿命値計算部4 1 4は、図3 3のフローチャートに復帰する。

[0323] 〈その他〉

交換モジュール及び交換部品の寿命の予測は機械学習によって行ってもよい。既知のデータを機械に学習させ、自動でパターンやルールを導き出し、予測モデルを作成することによって、予測寿命値を算出してもよい。この場合は、寿命予測精度が改善される。

[0324] 9. 3 作用・効果

実施形態4によれば、リソセル毎の交換モジュール及び交換部品の寿命予測情報から予測寿命値を算出し、この予測寿命値に基づいてメンテナンススケジュールの最適化を行っているため、以下の作用効果がある。

[0325] (a)交換モジュール及び交換部品の寿命の個体差を考慮してメンテナンススケジュールの最適化の精度がさらに改善される。

[0326] (b)交換モジュール及び交換部品の寿命がデフォルトの寿命値より短い場合に、予定されていないタイミングでのメンテナンスが低減される。

[0327] (c)交換モジュール及び交換部品の寿命がデフォルトの寿命値より長い場合に、メンテナンスコストが実施形態3の場合に比べて低減される。

[0328] 1 0. 実施形態5

1 0. 1 構成

図3 7は、実施形態5に係るリソセル管理サーバ3 1 5の機能を示すブロック図である。図3 1で説明した実施形態4に係るリソセル管理サーバ3 1 4との相違点を説明する。

[0329] 実施形態5では、データ取得部3 2 0が取得する情報としてメンテナンス候補日の情報が追加される。図3 7に示すリソセル管理サーバ3 1 5は、消耗品選定部4 1 6と、ファイルHを記憶しておく記憶部4 1 8と、を含む。

[0330] ファイルHは、指定されたメンテナンス候補日に交換を実施することが推奨される消耗品として選定された交換モジュール又は交換部品の品目とメンテナンス時間とのデータを含んだファイルである。ファイルHは、消耗品選定部416によって作成される。

[0331] 10.2 動作

10.2.1 リソセル管理サーバの動作

図37に示すリソセル管理サーバ315のデータ取得部320は、ネットワーク210を介して、半導体工場管理システム208などから、リソセル#kのメンテナンス候補日を受信し得る。データ取得部320は、ネットワーク210を介して受信したメンテナンス候補日を消耗品選定部416に送る。

[0332] 消耗品選定部416は、メンテナンス候補日と、ファイルC及びファイルDのデータとに基づいて、メンテナンス候補日に交換を実施する消耗品（交換モジュール及び交換部品）の選定の最適化を行う。この最適化は、例えば、メンテナンスコストが最小となるように交換対象の消耗品の選定を行う。

[0333] リソセル管理サーバ315は、リソセル#kの交換モジュール及び交換部品の選定結果とメンテナンス時間とを含むデータをファイルHに保存する。

[0334] データ出力部390は、ファイルHの保存データを読み込み、ネットワーク210を介して、半導体工場管理システム208又は図示しない表示端末に出力する。

[0335] 10.2.2 消耗品選定部の処理例

図38は、消耗品選定部416における処理内容の例を示すフローチャートである。

[0336] ステップS82において、消耗品選定部416は、ファイルDからリソセル#kの単位時間当たりのダウンタイムコストを読み込む。

[0337] ステップS84において、消耗品選定部416は、ファイルCからリソセル#kの交換モジュール及び交換部品のテーブルデータを読み込む。

- [0338] ステップS 8 6において、消耗品選定部4 1 6は、メンテナンス候補日以降の標準メンテナンス日のテーブルデータを抽出し、早い順に並べる。
- [0339] ステップS 9 0において、消耗品選定部4 1 6は、変数sの値を初期値である「1」に初期化する。
- [0340] ステップS 9 2において、消耗品選定部4 1 6は、ステップS 8 6で早い順に並べ替えが行われたテーブルデータの第1番目から第1+s番目までの交換モジュール又は交換部品のメンテナンス日をすべてメンテナンス候補日 $D_{mop}(k, 1)$ に変更する。
- [0341] ステップS 9 4において、消耗品選定部4 1 6は、1番目から1+s番目までの中で最も長い時間のメンテナンス時間をメンテナンス時間 $T_{mop}(k, 1)$ とする。
- [0342] ステップS 9 6において、消耗品選定部4 1 6は、コストメリットを計算する。
- [0343] 図3 9は、コストメリット計算処理の例を示すフローチャートである。図3 9のフローチャートは、図3 8のステップS 9 6に適用される。
- [0344] 図3 9のステップS 1 1 1において、消耗品選定部4 1 6は、ファイルF(2)からリソセル#kの稼動予定情報のデータを読み込む。
- [0345] ステップS 1 1 2において、消耗品選定部4 1 6は、交換日の前倒しによる増加コスト $C_{excup}(k, 1)$ を計算する。
- [0346] 増加コスト $C_{excup}(k, 1)$ は、次式から計算される。
- [0347]
$$C_{excup}(k, 1) = \sum \{C_{plife}(k, l, m, q) \cdot Parad(D_{mds} \sim D_{mop})\} \quad (29)$$
式中の $\sum$ は、 $q=1$ から $q=1+s$ までの総和を表す。
- [0348] ステップS 1 1 4において、消耗品選定部4 1 6は、ダウンタイム低減による低減コスト $C_{dtd}(k, 1)$ を計算する。
- [0349] 低減コスト $C_{dtd}(k, 1)$ は、次式から計算される。
- [0350]
$$C_{dtd}(k, 1) = \{\sum T_{mds}(k, l, m, q) - T_{mop}(k, 1)\} \cdot C_{dt}(k) \quad (30)$$
ステップS 1 1 6において、メンテナンススケジュール計画部3 7 2は、ステップS 1 1 2で求めた増加コスト $C_{excup}(k, 1)$ と、ステップS 1 1 4で

求めた低減コスト $C_{dtd}(k, 1)$ と、を基に、コストメリット $C_m(k, 1)$ を計算する。
。

[0351] コストメリット $C_m(k, 1)$ は、次式から計算される。

$$[0352] \quad C_m(k, 1) = C_{dtd}(k, 1) - C_{excup}(k, 1) \quad (31)$$

ステップS 1 1 6にてコストメリット $C_m(k, 1)$ を求めたら、図39のフローチャートを終了して、図38のメインフローに復帰する。

[0353] 図38のステップS 9 8において、消耗品選定部4 1 6は、コストメリットがあるか否かを判定する。消耗品選定部4 1 6は、ステップS 9 6にて求めた $C_m(k, 1)$ が $C_m(k, 1) > 0$ を満たす場合は、ステップS 1 0 0に進み、変数 s の値をインクリメントして、ステップS 9 2に戻る。

[0354] ステップS 9 8の判定処理にて、 $C_m(k, 1) \leq 0$ である場合、消耗品選定部4 1 6はステップS 1 0 1に進む。

[0355] ステップS 1 0 1において、消耗品選定部4 1 6は、1番目から $1 + s$ 番目までのメンテナンス日及びメンテナンス時間をファイルCのデータに戻す。

[0356] そして、ステップS 1 0 2において、消耗品選定部4 1 6は、変数 s の値をデクリメントしてステップS 1 0 3に進む。

[0357] ステップS 1 0 3において、消耗品選定部4 1 6は、1番目から $1 + s$ 番目までの交換モジュール又は交換部品の各メンテナンス日をすべてメンテナンス候補日 $D_{mop}(k, 1)$ に変更する。ステップS 1 0 3の処理はステップS 9 2の処理と同様である。

[0358] ステップS 1 0 4において、消耗品選定部4 1 6は、1番目から $1 + s$ 番目の中で最も長い時間のメンテナンス時間を、メンテナンス時間 $T_{mop}(k, 1)$ とする。ステップS 1 0 4の処理はステップS 9 4の処理と同様である。

[0359] ステップS 1 0 5において、消耗品選定部4 1 6は、コストメリットの計算を行う。ステップS 1 0 5の処理はステップS 9 6の処理と同様である。

[0360] その後ステップS 1 0 6において、消耗品選定部4 1 6は、ファイルHにデータの書き込みを行う。ステップS 1 0 6の後、図38のフローチャート

を終了する。

[0361] 10. 2. 3 ファイルHに含まれるテーブルデータの例

図40は、ファイルHに含まれるテーブルデータの例を示す図表である。ファイルHには、指定されたメンテナンス候補日に交換を実施する交換モジュール又は交換部品の品目群、交換日の前倒しによる増加コスト、メンテナンス時間、ダウンタイム低減コスト、及びコストメリットの情報が含まれる。「交換日」はメンテナンス日と同義である。

[0362] 図41は、標準メンテナンス日と、メンテナンス候補日を前倒しした最適メンテナンス日との関係を模式的に示す説明図である。図41は、図40に示されたテーブルデータの内容を反映している。

[0363] 図41において、 $q = 1 \sim 4$ の交換モジュール又は交換部品の交換日が、標準メンテナンス日からメンテナンス候補日 $D_{mop}(k, 1)$ に前倒しされることを表している。

[0364] 10. 3 作用・効果

実施形態5によれば、リソセル#kのメンテナンス候補日から交換モジュール及び交換部品の選定の最適化を行うことができるので、以下の作用効果がある。

[0365] (a)メンテナンススケジュール計画部372で計画されたメンテナンス日ではメンテナンスができない場合に、メンテナンスが可能な候補日から交換モジュール及び交換部品の選定の最適化を行うことができる。

[0366] (b)リソセル#kが何かの不具合で、停止する予定がある場合に、その停止日をメンテナンス候補日として入力した上で交換モジュール及び交換部品の選定を行うことによって、コストを低減できる。

[0367] 11. 実施形態6

11. 1 構成

図42は、実施形態6に係るリソセル管理サーバ316の機能を示すブロック図である。図7で説明した実施形態1に係るリソセル管理サーバ310との相違点を説明する。

[0368] 実施形態6に係るリソセル管理サーバ316は、図7の構成に対して、第1の寿命パラメータリセット部420が追加されている。また、実施形態6のリソセル管理サーバ316は、図7のメインテナンススケジュール計画部370に代えて、メインテナンススケジュール計画部373を含む。メインテナンススケジュール計画部373によって作成される、最適化されたメインテナンススケジュールの情報を保存したファイルを、ファイルE(2)と表記する。また、ファイルE(2)のコピーファイルをファイルE(3)と表記する。ファイルE(2)に含まれるテーブルデータの例については図44を用いて後述する。

[0369] リソセル管理サーバ316は、ファイルE(2)を記憶しておく記憶部382と、ファイルE(3)を記憶しておく記憶部383と、を含む。

[0370] 11.2 動作

11.2.1 リソセル管理サーバの動作

図42に示すメインテナンススケジュール計画部373は、図7のメインテナンススケジュール計画部370の処理と同様にメインテナンススケジュールの最適化を行う。計算結果をファイルE(2)に保存する。データ出力部390は、ファイルE(2)のデータを、図示しない表示端末又は半導体工場管理システム208に送信する。

[0371] こうして、メインテナンススケジュール計画部373によって最適化されたメインテナンススケジュール計画が作成された後、この計画についての実行の採否が判断され、図示しない入力端末、又は、半導体工場管理システム208から、第1のメインテナンス日を確定する信号がリソセル管理サーバ316に入力され得る。

[0372] 第1のメインテナンス日とは、 $v=1$ のメインテナンス日であり、現在の日時から最も早く到来するメインテナンス日を指す。例えば、図20で説明したテーブルデータによるメインテナンススケジュール計画が提示された場合の「第1のメインテナンス日」は、 $D_{\text{mop}}(k, 1)$ である。第1のメインテナンス日を確定する信号を「第1のメインテナンス日確定信号」という。

- [0373] リソセル管理サーバ316は、第1のメンテナンス日確定信号の入力を受け付ける。データ取得部320を介して、第1のメンテナンス日確定信号が入力されると、第1の寿命パラメータリセット部420は、第1のメンテナンス日を確定させる処理を行うとともに、第1のメンテナンス日に交換が行われることが決定された交換モジュール又は交換部品の寿命パラメータをリセットする処理を行う。
- [0374] 図43は、第1の寿命パラメータリセット部420における処理内容の例を示すフローチャートである。
- [0375] ステップS141において、第1の寿命パラメータリセット部420は、図示しない入力端末、又は、半導体工場管理システム208から、第1のメンテナンス日確定信号が入力されたか否かを判定する。
- [0376] 第1の寿命パラメータリセット部420は、第1のメンテナンス日確定信号が未入力である場合は、ステップS141を繰り返し、第1のメンテナンス日確定信号の入力を待機する。
- [0377] 第1の寿命パラメータリセット部420は、第1のメンテナンス日確定信号が入力されると、ステップS142に進む。
- [0378] ステップS142において、第1の寿命パラメータリセット部420は、前回メンテナンス計画を作成したファイルE(2)のデータを、ファイルE(3)にコピーする。例えば、この段階でのファイルE(3)のテーブルデータは、図20に示したファイルEのテーブルデータのようなものであってよい。
- [0379] ステップS144において、第1の寿命パラメータリセット部420は、ファイルE(3)のデータの内、第1のメンテナンス日 $D_{mopd}(k, 1)$ を確定させる。例えば、図20における $D_{mop}(k, 1)$ を第1のメンテナンス日 $D_{mopd}(k, 1)$ として確定させる。
- [0380] ステップS146において、第1の寿命パラメータリセット部420は、ファイルE(2)に、確定した第1のメンテナンス日 $D_{mopd}(k, 1)$ のデータを書き込む。すなわち、第1の寿命パラメータリセット部420は、ファイ

ルE (2) のデータ内で、 $Dmop(k, 1)$ を第1のメンテナンス日 $Dmopd(k, 1)$ として確定させ、第1のメンテナンス日 $Dmopd(k, 1)$ に交換を実施することが決定された交換モジュール又は交換部品のデータをファイルE (2) に書き込む。第1の寿命パラメータリセット部420にて書き込みが実施されたファイルE (2) のテーブルデータの例を図44に示す。

[0381] 第1のメンテナンス日の確定に伴い、第1のメンテナンス日に交換を実施する交換モジュール又は交換部品のグループについて、交換日の前倒しによる増加コスト、メンテナンス時間、ダウンタイム低減コスト、及びコストメリットの各々を確定させる。

[0382] 図44において、メンテナンス日の早い順の上位3つの交換モジュール又は交換部品について第1のメンテナンス日 $Dmopd(k, 1)$ が確定した例が示されている。図44に示すように、メンテナンス日が決定した部品群について、第1のメンテナンス日 $Dmopd(k, 1)$ の確定に伴い、交換日の前倒しによる増加コスト、メンテナンス時間、ダウンタイム低減コスト、及びコストメリットの各々が、 $Cexcupd(k, 1)$ 、 $Tmopd(k, 1)$ 、 $Cdtdd(k, 1)$ 、及び $Cmd(k, 1)$ として確定される。

[0383] 図43のステップS148において、第1の寿命パラメータリセット部420は、ファイルBのデータのうち、第1のメンテナンス日が決定された消耗品の寿命パラメータを0にリセットする。

[0384] ファイルBにおいて、第1のメンテナンス日が決定された、交換する消耗品の寿命パラメータが0にリセットされると、図6の処理と同様に、標準メンテナンス日計算部340では、第1のメンテナンス日が決定された、交換する消耗品の寿命パラメータを0として標準メンテナンス日を再計算して、ファイルCにデータを保存する。

[0385] メインテナンススケジュール計画部373では、図7のメインテナンススケジュール計画部370の処理と同様にメインテナンススケジュールの最適化を行い、計算結果をファイルE (2) に保存する。

[0386] データ出力部390は、ファイルE (2) のデータを、図示しない表示端

末又は半導体工場管理システム208に送信する。

[0387] 図45は、図44のテーブルデータを反映したメインテナンススケジュール計画の概念図である。図45において、 $ud=2$ と $ud=3$ の各消耗品について標準メインテナンス日よりメインテナンス日が前倒しされ、 $ud=1$ の消耗品の標準メインテナンス日と同じ日に、メインテナンス日が確定している。この第1のメインテナンス日の確定に伴い、その後のメインテナンススケジュール計画が再計算され、新たに $u=1\sim12$ の各消耗品のメインテナンススケジュール計画が提示される。

[0388] 図45の例では、 $ud=1\sim3$ のメインテナンス日が確定され、次回の標準メインテナンス日を計算して、 $u=10\sim12$ を追加している。そして、 $u=10\sim12$ の各消耗品について標準メインテナンス日よりメインテナンス日が前倒しされ、 $u=8$ の消耗品の標準メインテナンス日と同じ日に、メインテナンス日が推奨されている。

[0389] 11.3 作用・効果

実施形態6によれば、作成されたメインテナンススケジュール計画における第1のメインテナンス日を確定した後、その後のメインテナンススケジュール計画を立て直すことが可能となるため、メインテナンススケジュール作成の精度が改善される。

[0390] 11.4 その他

実施形態6の説明では、第1のメインテナンス日を確定させる場合の例を示したが、この例に限定されることなく、例えば、第1のメインテナンス日を確定した後、第2のメインテナンス日を確定して、メインテナンススケジュール計画を立ててもよい。また、第1のメインテナンス日から第 v のメインテナンス日の各メインテナンス日を確定する信号を受信して、逐次計算して、メインテナンススケジュール計画を立ててもよい。

[0391] 12. メインテナンススケジュール計画の最適化の例

図46は、コスト最小化の観点からメインテナンススケジュール計画を作成する処理の例を示すフローチャートである。図46に示すフローチャート

は、メンテナンススケジュール計画部 370、372、373のいずれかが実施してよい。ここでは、メンテナンススケジュール計画部 370が実施する例を説明する。

[0392] ステップ S 162 において、メンテナンススケジュール計画部 370は、ファイル D からリソセル #k の単位時間当たりのダウンタイムコストを読み込む。

[0393] ステップ S 164 において、メンテナンススケジュール計画部 370は、ファイル C からリソセル #k の交換モジュール及び交換部品のテーブルデータを読み込む。

[0394] ステップ S 168 において、メンテナンススケジュール計画部 370は、変数 v を初期値である「1」に初期化する。

[0395] ステップ S 170 において、メンテナンススケジュール計画部 370は、第 v のメンテナンス日として、第 $v - 1$ までに抽出された消耗品以外の残り消耗品の中で標準メンテナンス日が一番早い日を仮のメンテナンス日とする。 $v = 1$ の場合は、リソセル #k のすべての消耗品の中で標準メンテナンス日が一番早い日をメンテナンス日と仮定する（仮のメンテナンス日とする）。そして、消耗品の中で標準メンテナンス日が一番早い日をメンテナンス日と仮定し、上記すべての消耗品の組合せのそれぞれのコストメリットを計算する。

[0396] すなわち、ステップ S 172 において、メンテナンススケジュール計画部 370 は、上記すべての残りの消耗品のメンテナンス日を仮のメンテナンス日として、すべての組合せの消耗品をメンテナンスする場合のそれぞれのコストメリットを計算する。

[0397] すべての残りの消耗品に関して、組合せ消耗品をまとめて交換することによって、削減されるメンテナンス時間によるダウンタイム低減コストと、仮のメンテナンス日に前倒しすることによる増加コストとの差からコストメリットをそれぞれ計算する。ステップ S 172 におけるコストメリットの計算処理は、例えば、図 19 のフローチャートと同様の手順で行われる。

[0398] 図46のステップS174において、メンテナンススケジュール計画部370は、ステップS172の計算結果から、コストメリットが最大となる消耗品の組合せを抽出し、抽出された消耗品の仮のメンテナンス日をすべて、決定された最適メンテナンス日 $D_{\text{mop}}(k, v)$ とする。こうして、第 v の最適メンテナンス日が定まる。

[0399] その後、ステップS176において、メンテナンススケジュール計画部370は、 v の値をインクリメントして、ステップS178に進む。

[0400] ステップS178において、メンテナンススケジュール計画部370は、メンテナンス日が決定されていない消耗品があるか否かを判定する。

[0401] ステップS178にてYes判定の場合、すなわち、メンテナンス日が決定されていない消耗品が存在する場合は、ステップS170に戻り、メンテナンススケジュール計画部370は、ステップS170からステップS178の処理を繰り返す。

[0402] ステップS178にてNo判定の場合、すなわち、すべての消耗品についてメンテナンス日が決定された場合は、ステップS180に進む。

[0403] ステップS180において、メンテナンススケジュール計画部370は、ステップS174にて決定した各消耗品の最適メンテナンス日を含むメンテナンススケジュール計画のデータをファイルEに書き込む。

[0404] ステップS180の後、図46のフローチャートを終了する。

[0405] 13. 監視パラメータの具体例

図47は、消耗品の寿命予測に用いられる監視パラメータの例を示す図表である。例えば、C/D装置12の基板回転モジュールの場合は、基板の回転回数をモニタし、モータの回転回数が監視パラメータの閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0406] C/D装置12のドレイン回収モジュールの場合は、レジストの使用量をモニタし、レジストの使用量が監視パラメータの閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0407] C/D装置12及び露光装置14のウエハ搬送ラインの交換部品の場合は

、ウエハの搬送回数をモニタしてよい。ウエハの搬送回数は、C/D装置12と露光装置14内に配置されている各部に、それぞれ搬送する回数をモニタして、搬送回数が監視パラメータの閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0408] 露光装置14の投影光学系の交換部品の場合は、第1光センサ71及び第2光センサ82の検出値に基づいて投影光学系78の透過率をモニタし、投影光学系78の透過率が監視パラメータの閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0409] また、露光装置14の照明光学系の交換部品の場合は、露光装置14に入射するパルスレーザ光のパルスエネルギー及び第1光センサ71の検出値に基づいて照明光学系66の中に含まれる一部の交換部品、例えばフライアイレンズ67等の透過率をモニタし、透過率が監視パラメータの閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0410] レーザ装置16のLNMの場合は、スペクトル線幅又は波長安定性をモニタし、スペクトル線幅又は波長安定性が監視パラメータの閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0411] レーザ装置16のレーザチャンバの場合は、レーザチャンバのガス圧、充電電圧やエネルギー安定性をモニタし、充電電圧V_{hv}やエネルギー安定性が監視パラメータの閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0412] レーザ装置16のフロントミラーの場合は、ビームプロファイルをモニタし、ビームプロファイルの面積に対する劣化面積比を監視パラメータとして、その閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0413] レーザ装置16のモニタモジュールの場合は、光センサの感度劣化を監視パラメータとして、その閾値を越える寿命パラメータ値を求めてもよい。

[0414] 14. 同じ装置で複数の消耗品を同日に交換する場合のダウンタイム削減の例

14. 1 フローチャートの例

図48は、メンテナンススケジュール計画部における処理内容の例を示

すフローチャートである。図48に示すフローチャートは、図18及び図26のステップS34の処理に適用され得る。ここでは、メンテナンススケジュール計画部370における処理の例を説明する。

[0415] 図48のステップS192において、メンテナンススケジュール計画部370は、図12に示すファイルBにおけるテーブルデータ(1)の第u番目から第u+s番目のデータを参照して、各消耗品のそれぞれの標準メンテナンス時間をファイルIに保存する。なお、リソセル管理サーバ310は、ファイルIを記憶する図示せぬ記憶部を含む。

[0416] 図48のステップS194において、メンテナンススケジュール計画部370は、図13に示すファイルBのテーブルデータ(2)を参照して、同じ装置の消耗品を同時にメンテナンスする消耗品の組合せがファイルBのテーブルデータ(2)のいずれかのデータと一致する場合に、テーブルデータ(2)のメンテナンス時間をファイルIに書に込む。

[0417] ステップS196において、ファイルIのデータの中で一番長い時間のメンテナンス時間を $T_{mop}(k, v)$ とする。

[0418] ステップS196の後、図18又は図26のフローチャートに復帰する。

[0419] 14.2 作用・効果

図48に示すフローチャートによれば、同じ装置の消耗品を同時にメンテナンスする消耗品の組合せでメンテナンス時間が短縮できるデータに基づいて、コストメリットを計算することができる。その結果、メンテナンススケジュールの計画の精度が改善される。

[0420] 14.3 その他

図46のステップS172におけるコストメリットの計算においても、図48に示すフローチャートの計算処理を実施してよい。

[0421] 15. リソグラフィシステムの他の形態

15.1 構成

図49は、リソグラフィシステムの他の形態例を示すブロック図である。図6との相違点を説明する。図49に示すリソグラフィシステム302は、

リソセル 10 の構成要素として、1 台の C/D 装置 12 と、2 台の露光装置 14 A、14 B と、2 台のレーザ装置 16 A、16 B と、を含む。

[0422] 図 49 において、リソセル #k における 2 台の露光装置を露光装置 #k-1、露光装置 #k-2 と表記した。また、リソセル #k における 2 台のレーザ装置をレーザ装置 #k-1、レーザ装置 #k-2 と表記した。

[0423] 15. 2 動作

図 49 におけるリソセル管理サーバ 310 は、各装置に関する情報収集やメンテナンススケジュールの最適化を、リソセル単位で行う。

[0424] 15. 3 作用・効果

図 49 に示すように、リソセル 10 を構成する装置の構成要素が変更になっても、リソセル単位で、メンテナンススケジュールの最適化が可能である。

[0425] 15. 4 その他

図 6 では、リソセル 10 が C/D 装置 1 台、露光装置 1 台、及びレーザ装置 1 台で構成される形態の例を説明し、図 49 では、リソセル 10 が C/D 装置 1 台、露光装置 2 台、及びレーザ装置 2 台で構成される形態の例を説明したが、これらの例に限定されない。例えば、1 つのリソセル 10 の単位の構成要素としては、C/D 装置 12、露光装置 14 及びレーザ装置 16 の各々が少なくとも 1 台以上含まれる構成であればよい。

[0426] 16. 実施形態 7

16. 1 ライン単位でメンテナンススケジュール計画を最適化する形態の概要

これまでリソセル単位で情報収集とメンテナンススケジュール計画を最適化する例を説明したが、「ライン」の単位でメンテナンススケジュール計画を最適化してもよい。「ライン」は製造ラインを意味する。大規模な半導体工場では、複数のラインが並列に配置されている場合がある。各製造ラインは、1 つ以上のリソセルから構成される。

[0427] 図 50 は、半導体工場におけるリソグラフィシステムの他の形態例を示す

図である。図50に示すリソグラフィシステム307は、複数のラインを含む。ここでは簡単のために、2つのラインを図示する。ライン#1は、3つのリソセル#1～#3から構成される。ライン#2は、2つのリソセル#4及びリソセル#5から構成される。各ラインは、異なる種類の半導体用のウエハを処理してよい。例えば、ライン#1では、第1の半導体用のウエハを処理し、ライン#2では第2の半導体用のウエハを処理する。

[0428] ライン#1の中では複数のリソセル10を通過してウエハを処理しているため、ライン#1の中のリソセル10のうち1つのリソセルのウエハの処理が停止すると、ライン#1の半導体の生産が止まったり、ウエハの処理枚数が低下したりする場合がある。この場合は、ライン#1の中の複数のリソセル10を同じ時期にメンテナンスした方が全体としてコストを低減することができる。

[0429] そこで、実施形態7では、リソセル管理サーバ317がラインの情報を半導体工場管理システム208等から受信して、ライン単位の、複数のリソセル10の消耗品のメンテナンススケジュールを作成する。

[0430] 16. 2 構成

図51は、実施形態7に係るリソセル管理サーバ317の機能を示すブロック図である。図7との相違点を説明する。

[0431] 図51に示すリソセル管理サーバ317は、ファイルDに代えて、ラインの情報を追加したファイルD(2)を用いる。リソセル管理サーバ317は、ファイルDの記憶部360に代えて、ファイルD(2)を記憶しておく記憶部362を備える。リソセル管理サーバ317は、標準メンテナンス計算部340に代えて、ファイルD(2)のデータを用いて標準メンテナンス日を計算する標準メンテナンス日計算部343を備える。標準メンテナンス日計算部343は、ライン# α における複数のリソセルの交換モジュール又は交換部品(消耗品)を合わせて標準メンテナンス日を計算する。なお、「ライン# α 」の表記における「 α 」はライン番号である。 α は1から β までの整数を取り得る。 β はラインの総数である。

- [0432] 標準メンテナンス日計算部343は、ファイルCに代えて、ライン# α における複数のリソセルのデータを含むファイルC(2)を作成する。リソセル管理サーバ317は、ファイルCの記憶部350に代えて、ファイルC(2)を記憶しておく記憶部352を備える。
- [0433] リソセル管理サーバ317は、メンテナンススケジュール計画部370に代えて、メンテナンススケジュール計画部374を備える。メンテナンススケジュール計画部374は、ファイルC(2)のデータとファイルD(2)のデータとを用いて、ライン# α の複数のリソセルの消耗品を合わせてメンテナンススケジュールを計画する。
- [0434] メンテナンススケジュール計画部374は、ファイルEに代えて、ライン# α の複数のリソセルのデータを含むファイルE(4)を作成する。リソセル管理サーバ317は、ファイルEの記憶部380に代えて、ファイルE(4)を記憶しておく記憶部384を備える。
- [0435] 16.3 動作
- リソセル管理サーバ317のデータ取得部320は、半導体工場管理システム208からラインの情報を取得して、ファイルD(2)にラインの情報を追加して書き込む。
- [0436] 図52にファイルD(2)のテーブルデータの例を示す。ファイルD(2)は、図17に示したファイルDのテーブルデータと比較して、ラインの情報としてのライン番号が追加され、各ラインの中にある複数のリソセルの単位時間当たりのダウンタイムによる損失コストの情報が含まれる。
- [0437] 図51に示す標準メンテナンス日計算部343は、ライン# α 毎の複数のリソセル10の消耗品を合わせてそれぞれの標準メンテナンス日を計算して、計算結果をファイルC(2)に保存する。
- [0438] 図53は、標準メンテナンス日計算部343における処理内容の例を示すフローチャートである。
- [0439] ステップS201において、標準メンテナンス日計算部343は、ファイルD(2)からラインの情報を読み込む。

- [0440] ステップS 2 0 2において、標準メンテナンス日計算部3 4 3は、ファイルAからライン# α に該当する複数のリソセルの過去の稼動情報のデータを読み込む。
- [0441] ステップS 2 0 4において、標準メンテナンス日計算部3 4 3は、ファイルBからライン# α に該当する複数のリソセルの消耗品についてメンテナンス情報を読み込む。
- [0442] ステップS 2 0 6において、標準メンテナンス日計算部3 4 3は、ファイルA及びファイルBから読み込んだデータからライン# α に該当する複数のリソセルの消耗品の標準メンテナンス日を計算する。
- [0443] ステップS 2 0 8において、標準メンテナンス日計算部3 4 3は、ステップS 2 0 6で求めたライン# α の各消耗品の標準メンテナンス日をファイルC (2) に書き込む。ステップS 2 0 8の後、図5 3のフローチャートを終了する。
- [0444] メインテナンススケジュール計画部3 7 4は、図5のメインテナンススケジュール計画部3 7 0の処理と同様に、ライン# α の複数のリソセルの消耗品を合わせてメインテナンススケジュールの最適化を行い、その計算結果をファイルE (4) に保存する。メインテナンススケジュール計画部3 7 4は、ラインの単位でコストメリットを評価して各消耗品のメインテナンススケジュールを最適化することができる。
- [0445] データ出力部3 9 0は、ファイルE (4) のデータを、図示しない表示端末又は半導体工場管理システム2 0 8に送信する。
- [0446] 1 6 . 4 作用・効果
- 実施形態7によれば、ラインの単位で、一連のウエハ処理に関連する同じライン内の複数のリソセルに含まれるすべての消耗品のメインテナンススケジュールを計画できるので、ダウンタイムが低減され、コストが低減される。
- [0447] 1 6 . 5 変形例
- 実施形態1から実施形態6の各実施形態においてリソセル毎に行うとした

処理は、ライン毎に行う処理に拡張することができる。例えば、実施形態7において、標準メンテナンス日を計算する際に、実施形態2と同様に、ファイルAのデータに加え、ファイルFのデータを利用して標準メンテナンス日を計算してもよい。また、実施形態7において、実施形態3と同様に、レシピ情報を追加してもよい。

[0448] 17. 実施形態8

17.1 構成

図54は、実施形態8に係るリソセル管理サーバの機能を示すブロック図である。図7との相違点を説明する。図54に示すリソセル管理サーバ318は、メンテナンス作業を担当するサービスエンジニアに関する情報を用いて標準メンテナンス時間の計算を行う機能が追加されている。サービスエンジニアに関する情報を「サービスエンジニア情報」という。サービスエンジニア情報を保存するファイルを「ファイルJ」と呼ぶ。

[0449] リソセル管理サーバ318は、ファイルJの作成、記憶、情報の読み出し及び書き込みを行う機能を有する。リソセル管理サーバ318は、ファイルJを記憶しておく記憶部440と、ファイルJのサービスエンジニア情報から標準メンテナンス時間を計算する標準メンテナンス時間計算部442と、を含む。

[0450] 17.2 動作

リソセル管理サーバ318のデータ取得部320は、C/D装置用管理システム202と露光装置用管理システム204とレーザ装置用管理システム206の各々から各装置のサービスエンジニア情報を取得して、ファイルJに書き込む。

[0451] 図55にファイルJのテーブルデータの例を示す。C/D装置、露光装置、及びレーザ装置の装置毎に、複数のサービスエンジニアが登録されている。図55において、サービスエンジニアの各々を識別するために、識別用の符号#1、#2…#12を用いている。C/D装置に対してサービスエンジニア#1～#4が登録されている。露光装置に対してはサービスエンジニア#5～#8が、レ

ーザ装置に対してはサービスエンジニア #9～#12が、それぞれ登録されている。ここでは、装置毎に4名のサービスエンジニアが登録されている例を示しているが、サービスエンジニアの人数については、特に限定されない。

[0452] それぞれのサービスエンジニア #1～#12には、メンテナンス時間係数 γ と、メンテナンス可能地域の範囲 L と、が定められている。サービスエンジニア # k のメンテナンス時間係数を γ ($\#k$) と表記し、メンテナンス可能地域の範囲を L ($\#k$) と表記する。メンテナンス時間係数 γ は、平均的メンテナンス時間に対して、どれくらいのメンテナンス時間がかかるかを比率で示す係数である。「平均的メンテナンス時間」は、標準的な技量を持つサービスエンジニアがメンテナンス作業を実施する場合に要する平均的なメンテナンス時間を指す。各サービスエンジニアがメンテナンスを実施する場合に要するメンテナンス時間は、標準のメンテナンス時間と、サービスエンジニア毎のメンテナンス時間係数との積で表される。例えば、 $\gamma = 1$ の場合は、そのサービスエンジニアのメンテナンス時間は平均的なメンテナンス時間であることを示す。メンテナンス時間係数 γ は、個々のサービスエンジニアの技量を示す値である。 γ が小さいほど技量が高く、 γ が大きいほど技量が低いことを示す。

[0453] メンテナンス可能地域の範囲 L は、それぞれのサービスエンジニアがメンテナンス対応可能な地域の範囲を示す情報が保存されている。メンテナンス可能地域の範囲 L が半導体工場が設置されている地域と一致する場合に、そのサービスエンジニアがメンテナンスを行うことが可能となる。

[0454] 図54に示す標準メンテナンス時間計算部442では、ファイルJのテーブルデータと半導体工場の設置地域とから、各装置をメンテナンスするサービスエンジニアを選定する。サービスエンジニアは、地域によってサービスエリアが異なるので、半導体工場が建設された地域で消耗品のメンテナンスが可能なサービスエンジニアは限定され、実際に作業を担当するサービスエンジニアを選定することができる。

[0455] そして、標準メンテナンス時間計算部442は、ファイルBのテーブル

データにおける標準メンテナンス時間と、ファイルJのメンテナンス時間係数 γ との積から、選定されたサービスエンジニアの標準メンテナンス時間を計算する。なお、「平均的メンテナンス時間」は、図12に例示したファイルBの「標準メンテナンス時間 $T_{mhs}(k, l, m)$ 」の初期値として与えられてもよい。

[0456] 標準メンテナンス時間計算部442は、計算した値を標準メンテナンス時間としてファイルBに書き込む。

[0457] その後の処理は、図6で説明した実施形態1の処理と同様である。

[0458] 図56は、標準メンテナンス時間計算部442における処理内容の例を示すフローチャートである。

[0459] ステップS222において、標準メンテナンス時間計算部442は、ファイルJからサービスエンジニア情報のデータを読み込む。

[0460] ステップS224において、標準メンテナンス時間計算部442は、ファイルBからリソセル#kの消耗品の標準メンテナンス時間を読み込む。

[0461] ステップS226において、標準メンテナンス時間計算部442は、ファイルJのデータから半導体工場の地域に応じてリソセル内の各装置のそれぞれのサービスエンジニアを選定する。

[0462] ステップS228において、標準メンテナンス時間計算部442は、ファイルJのサービスエンジニアのメンテナンス時間係数 γ と、ファイルBの標準メンテナンス時間との積の値を計算する。すなわち、標準メンテナンス時間計算部442は、サービスエンジニアの技量を表すパラメータであるメンテナンス時間係数 γ と、ファイルBの標準メンテナンス時間との積から、選定されたサービスエンジニアがメンテナンスした場合の標準メンテナンス時間を計算する。

[0463] ステップS230において、標準メンテナンス時間計算部442は、ステップS228にて計算した値を標準メンテナンス時間として、ファイルBに書き込む。

[0464] その後の処理は、実施形態1における処理と同様である。

[0465] 17.3 作用・効果

実施形態8によれば、サービスエンジニアの技量を表すパラメータを加味して標準メンテナンス時間を計算するため、メンテナンススケジュール計画をより一層高い精度で最適化することができる。

[0466] 17.4 変形例

ファイルJに保存する情報として、例えば、サービスエンジニアのメンテナンス時期の範囲をファイルJに保存しておいてもよい。この場合は、標準メンテナンス日がメンテナンス時期の範囲に入るサービスエンジニアを選定して、計算してもよい。

[0467] 18. 実施形態の組合せについて

実施形態1から実施形態8の各実施形態で説明した構成は、適宜組み合わせることが可能である。

[0468] 19. プログラムを記録したコンピュータ可読媒体について

上述の各実施形態で説明したリソセル管理サーバとして、コンピュータを機能させるための命令を含むプログラムを光ディスクや磁気ディスクその他のコンピュータ可読媒体（有体物たる非一過性の情報記憶媒体）に記録し、この情報記憶媒体を通じてプログラムを提供することが可能である。このプログラムをコンピュータに組み込み、プロセッサがプログラムの命令を実行することにより、コンピュータにリソセル管理サーバの機能を実現させることができる。

[0469] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図している。したがって、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本開示の実施形態に変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。

[0470] 本明細書及び添付の特許請求の範囲全体で使用される用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」又は「含まれる」という用語は、「含まれるものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。「有する」という用語は、「有するものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。また、本明細書、及び添

付の特許請求の範囲に記載される不定冠詞「１つの」は、「少なくとも１つ」又は「１又はそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。また、「A、B及びCの少なくとも１つ」という用語は、「A」「B」「C」「A+B」「A+C」「B+C」又は「A+B+C」と解釈されるべきである。さらに、それらと「A」「B」「C」以外のものとの組み合わせも含むと解釈されるべきである。

請求の範囲

[請求項1]

リソグラフィシステムのメインテナンス管理方法であって、
レジストの塗布、露光、及び現像を行う前記リソグラフィシステムを構成する1組単位の装置群であるリソグラフィセル毎に稼動情報を整理して前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報を保存することと、
前記リソグラフィセル毎に前記装置群の各装置におけるメインテナンスの対象となる消耗品に関するメインテナンス情報を整理して前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メインテナンス情報を保存することと、
前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報及び前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メインテナンス情報に基づいて、前記リソグラフィセル毎の前記消耗品の標準メインテナンス時期を計算することと、
前記リソグラフィセル毎の前記消耗品の前記標準メインテナンス時期と、前記リソグラフィセル毎の前記消耗品を交換することによるダウンタイムの情報と、前記リソグラフィセル毎の又は2つ以上の前記リソグラフィセルを含む製造ライン毎の前記ダウンタイムによる損失コスト情報に基づいて、前記リソグラフィセル毎の又は前記製造ライン毎のメインテナンススケジュール計画を作成することと、
前記メインテナンススケジュール計画の作成結果を出力することと、
を含むメインテナンス管理方法。

[請求項2]

請求項1に記載のメインテナンス管理方法であって、
前記稼動情報は、過去の稼動データを含むメインテナンス管理方法。

[請求項3]

請求項2に記載のメインテナンス管理方法であって、
前記稼動情報は、今後の稼動予定データを含むメインテナンス管理方法。

- [請求項4] 請求項1に記載のメンテナンス管理方法であって、
 前記リソグラフィセルは、塗布／現像装置と、露光装置と、レーザ装置と、を含むメンテナンス管理方法。
- [請求項5] 請求項4に記載のメンテナンス管理方法であって、
 前記稼動情報は、データ取得日を含み、
 リソグラフィセル毎のウエハ処理枚数と、露光装置による露光パルス数と、レーザ装置の発振パルス数と、レーザ装置から出力されるパルスレーザ光のパルスエネルギーと、の少なくとも1つを含むメンテナンス管理方法。
- [請求項6] 請求項5に記載のメンテナンス管理方法であって、
 前記稼動情報は、各レジスト材料及び各マスクパターンに対応した露光条件を示すレシピ情報をさらに含むメンテナンス管理方法。
- [請求項7] 請求項1に記載のメンテナンス管理方法であって、
 前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メンテナンス情報は、前記消耗品のそれぞれについての、寿命値と、標準メンテナンス時間と、交換コストと、寿命パラメータ値と、を含み、
 前記標準メンテナンス時間は、前記消耗品を単体で交換することにより見込まれるダウンタイムであり、
 前記寿命パラメータ値は、前記消耗品の寿命と相関する寿命パラメータの値であるメンテナンス管理方法。
- [請求項8] 請求項7に記載のメンテナンス管理方法であって、さらに、
 前記リソグラフィセル毎にそれぞれの前記消耗品の寿命と相関する寿命監視パラメータの情報を含む寿命予測情報を取得することと、
 前記寿命予測情報を基に、前記リソセル毎のそれぞれの前記消耗品の予測寿命値を計算することと、
 前記予測寿命値のデータを、前記寿命値として保存すること、
 を含むメンテナンス管理方法。
- [請求項9] 請求項7に記載のメンテナンス管理方法であって、さらに、

前記作成された前記メンテナンススケジュール計画における第1のメンテナンス日を確定させる第1のメンテナンス日確定信号の入力を受け付けることと、

前記第1のメンテナンス日確定信号に基づき、前記第1のメンテナンス日が確定された前記消耗品の前記寿命パラメータ値をリセットすることと、

を含むメンテナンス管理方法。

[請求項10] 請求項1に記載のメンテナンス管理方法であって、さらに、メンテナンス候補日を取得することと、

前記取得したメンテナンス候補日を基に、前記メンテナンス候補日に交換を行う前記消耗品の選定を行うことと、

を含むメンテナンス管理方法。

[請求項11] 請求項1に記載のメンテナンス管理方法であって、

前記損失コスト情報は、前記リソグラフィセル毎のウエハ処理が停止した場合の単位時間あたりに発生する損失コストの情報であるメンテナンス管理方法。

[請求項12] 請求項1に記載のメンテナンス管理方法であって、

前記損失コスト情報は、前記製造ライン毎のウエハ処理が停止した場合の単位時間あたりに発生する損失コストの情報であるメンテナンス管理方法。

[請求項13] 請求項1に記載のメンテナンス管理方法であって、さらに、

前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報及び前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メンテナンス情報に基づいて、前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関するそれぞれの標準メンテナンス時間と、それぞれの単位寿命当りの交換コストと、を計算すること、を含むメンテナンス管理方法。

[請求項14] 請求項13に記載のメンテナンス管理方法であって、

前記メンテナンススケジュール計画を作成する処理は、前記リソ

グラフィセル毎の複数の前記消耗品の交換日を合わせるために前記標準メンテナンス時期が示す標準メンテナンス日より交換日を前倒しすることによる増加コストが前記リソセルのダウンタイム低減による低減コストよりも小さくなるように前記リソセル毎の前記消耗品の前記メンテナンススケジュール計画を作成すること、を含むメンテナンス管理方法。

[請求項15] 請求項1に記載のメンテナンス管理方法であって、
前記標準メンテナンス時期を計算する際に、サービスエンジニアの技量を示すパラメータの値を用いるメンテナンス管理方法。

[請求項16] 請求項1に記載のメンテナンス管理方法であって、さらに、
ネットワークを介して、前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報及び前記消耗品に関する前記メンテナンス情報を受信すること、を含むメンテナンス管理方法。

[請求項17] リソグラフィシステムのメンテナンス管理装置であって、
レジストの塗布、露光、及び現像を行う前記リソグラフィシステムを構成する1組単位の装置群であるリソグラフィセル毎に稼動情報を整理して前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報を保存する処理を行う稼動情報処理部と、

前記リソグラフィセル毎に前記装置群の各装置におけるメンテナンスの対象となる消耗品に関するメンテナンス情報を整理して前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メンテナンス情報を保存する処理を行うメンテナンス情報処理部と、

前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報及び前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メンテナンス情報に基づいて、前記リソグラフィセル毎の前記消耗品の標準メンテナンス時期を計算する標準メンテナンス時期計算部と、

前記リソグラフィセル毎の前記消耗品の前記標準メンテナンス時期と、前記リソグラフィセル毎の前記消耗品を交換することによるダ

ウンタイムの情報と、前記リソグラフィセル毎の又は2つ以上の前記リソセルを含む製造ライン毎の前記ダウンタイムによる損失コスト情報に基づいて、前記リソグラフィセル毎の又は前記製造ライン毎のメンテナンススケジュール計画を作成するメンテナンススケジュール計画部と、

前記メンテナンススケジュール計画の作成結果を出力するデータ出力部と、

を含むメンテナンス管理装置。

[請求項18] 請求項17に記載のメンテナンス管理装置であって、

前記標準メンテナンス時期計算部は、さらに、

前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報及び前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メンテナンス情報に基づいて、前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関するそれぞれの標準メンテナンス時間と、それぞれの単位寿命当りの交換コストと、を計算する処理を行うメンテナンス管理装置。

[請求項19] 請求項17に記載のメンテナンス管理装置であって、さらに、

前記リソグラフィセル毎にそれぞれの前記消耗品の寿命と相関する寿命監視パラメータの情報を含む寿命予測情報を取得する寿命予測情報取得部と、

前記寿命予測情報を基に、前記リソグラフィセル毎のそれぞれの前記消耗品の予測寿命値を計算する予測寿命値計算部と、

を含むメンテナンス管理装置。

[請求項20] プログラムが記録された非一過性のコンピュータ可読媒体であって、

プロセッサにより実行された場合に、前記プロセッサに、

レジストの塗布、露光、及び現像を行うリソグラフィシステムを構成する1組単位の装置群であるリソグラフィセル毎に稼動情報を整理して前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報を保存する機能と、

前記リソグラフィセル毎に前記装置群の各装置におけるメンテナンスの対象となる消耗品に関するメンテナンス情報を整理して前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メンテナンス情報を保存する機能と、

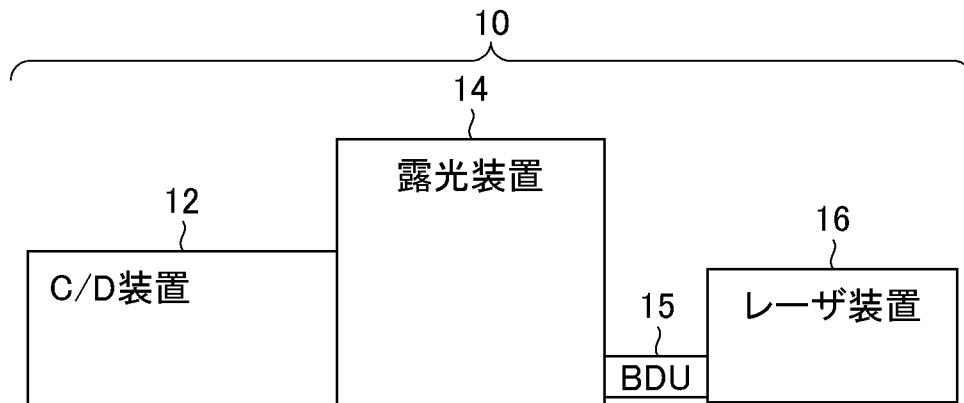
前記リソグラフィセル毎の前記稼動情報及び前記リソグラフィセル毎の前記消耗品に関する前記メンテナンス情報に基づいて、前記リソグラフィセル毎の前記消耗品の標準メンテナンス時期を計算する機能と、

前記リソグラフィセル毎の前記消耗品の前記標準メンテナンス時期と、前記リソグラフィセル毎の前記消耗品を交換することによるダウンタイムの情報と、前記リソグラフィセル毎の又は2つ以上の前記リソグラフィセルを含む製造ライン毎の前記ダウンタイムによる損失コスト情報に基づいて、前記リソグラフィセル毎の又は前記製造ライン毎のメンテナンススケジュール計画を作成する機能と、

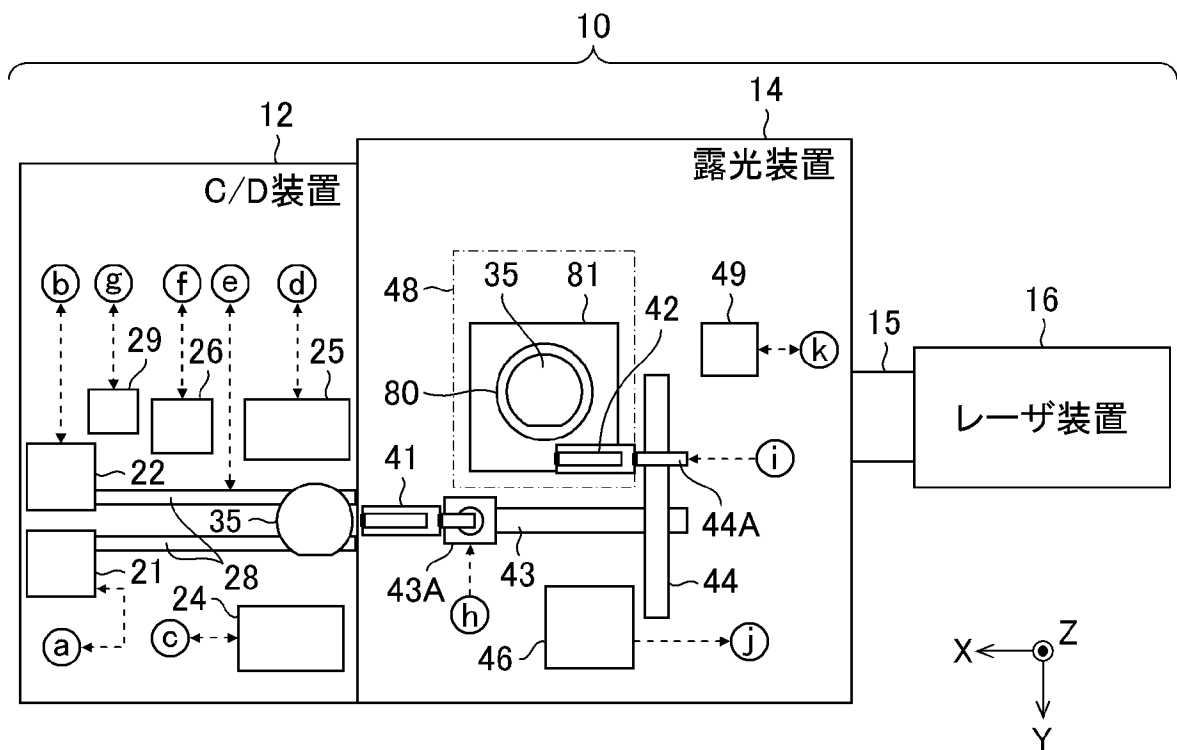
前記メンテナンススケジュール計画の作成結果を出力する機能と、

を実現させるための命令を含む前記プログラムが記録された非一過性のコンピュータ可読媒体。

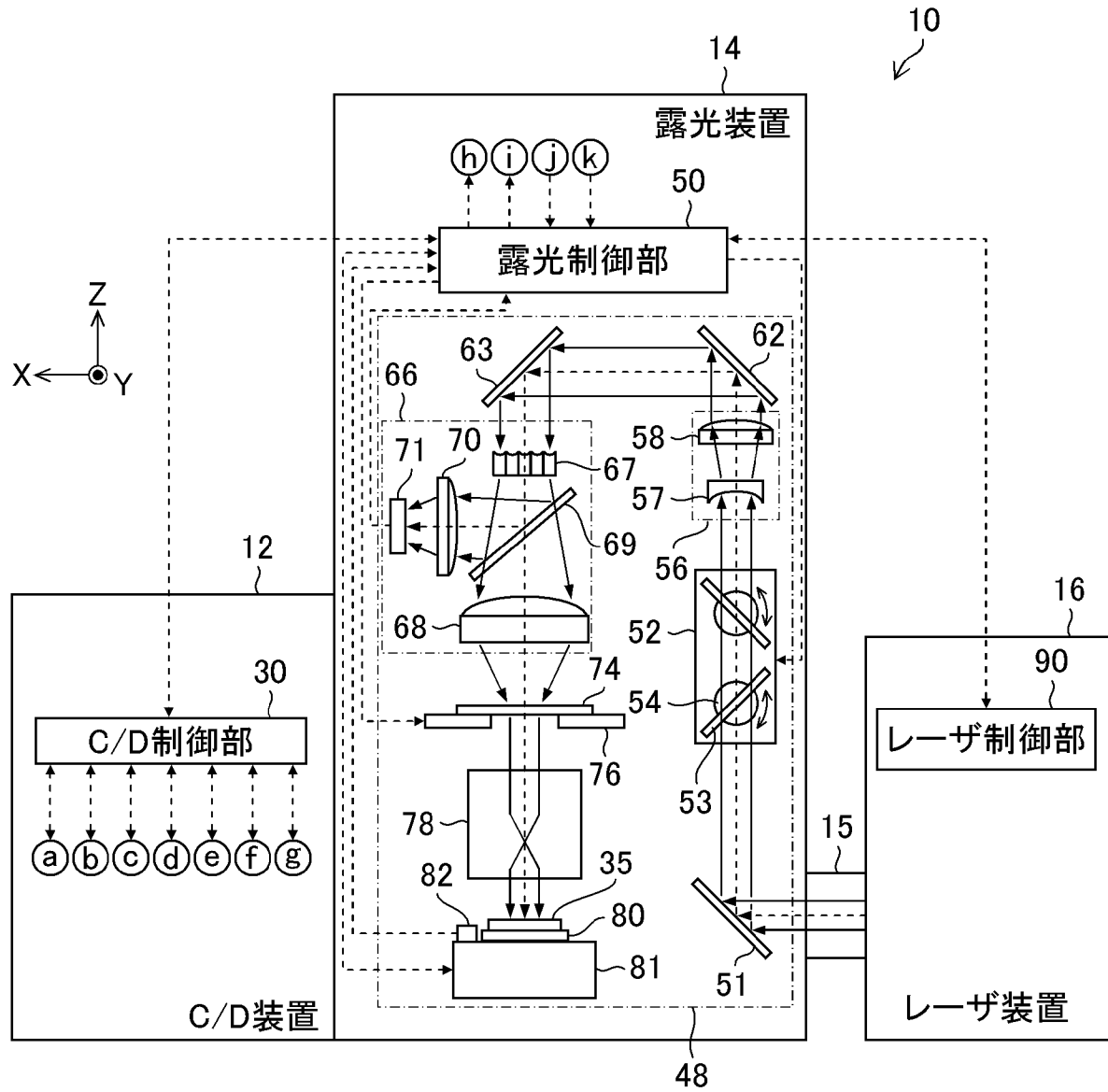
[図1]



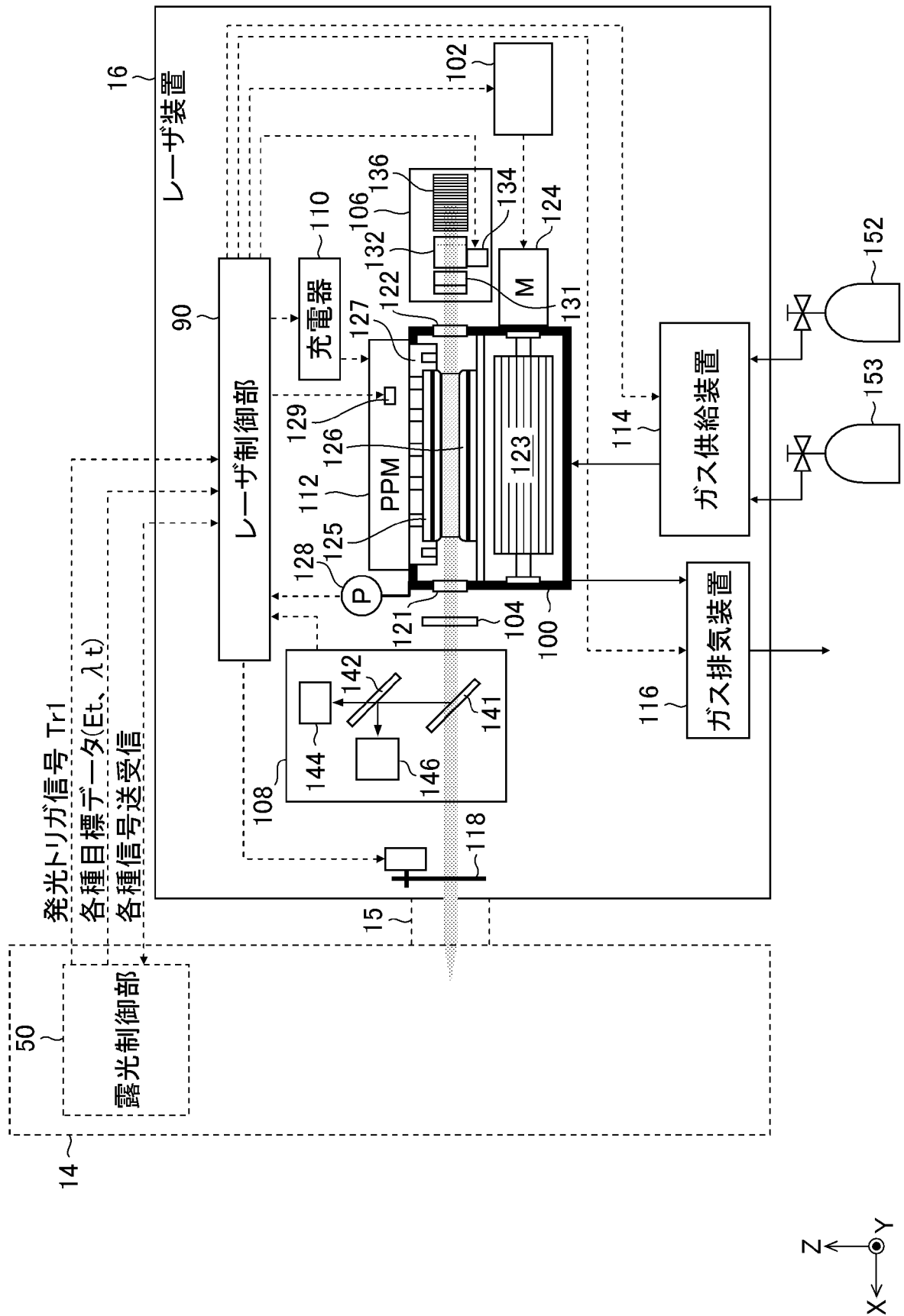
[図2]



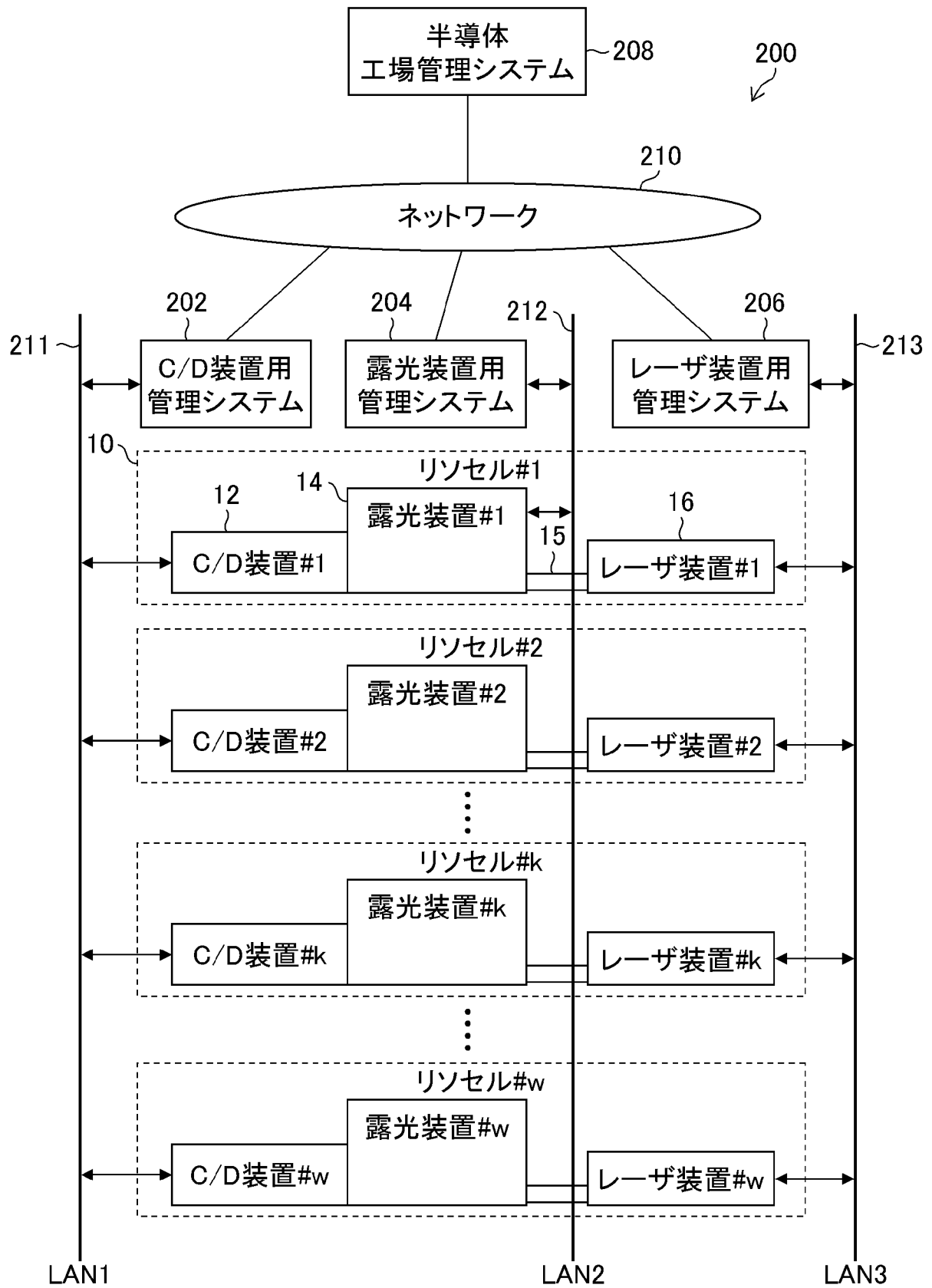
[図3]



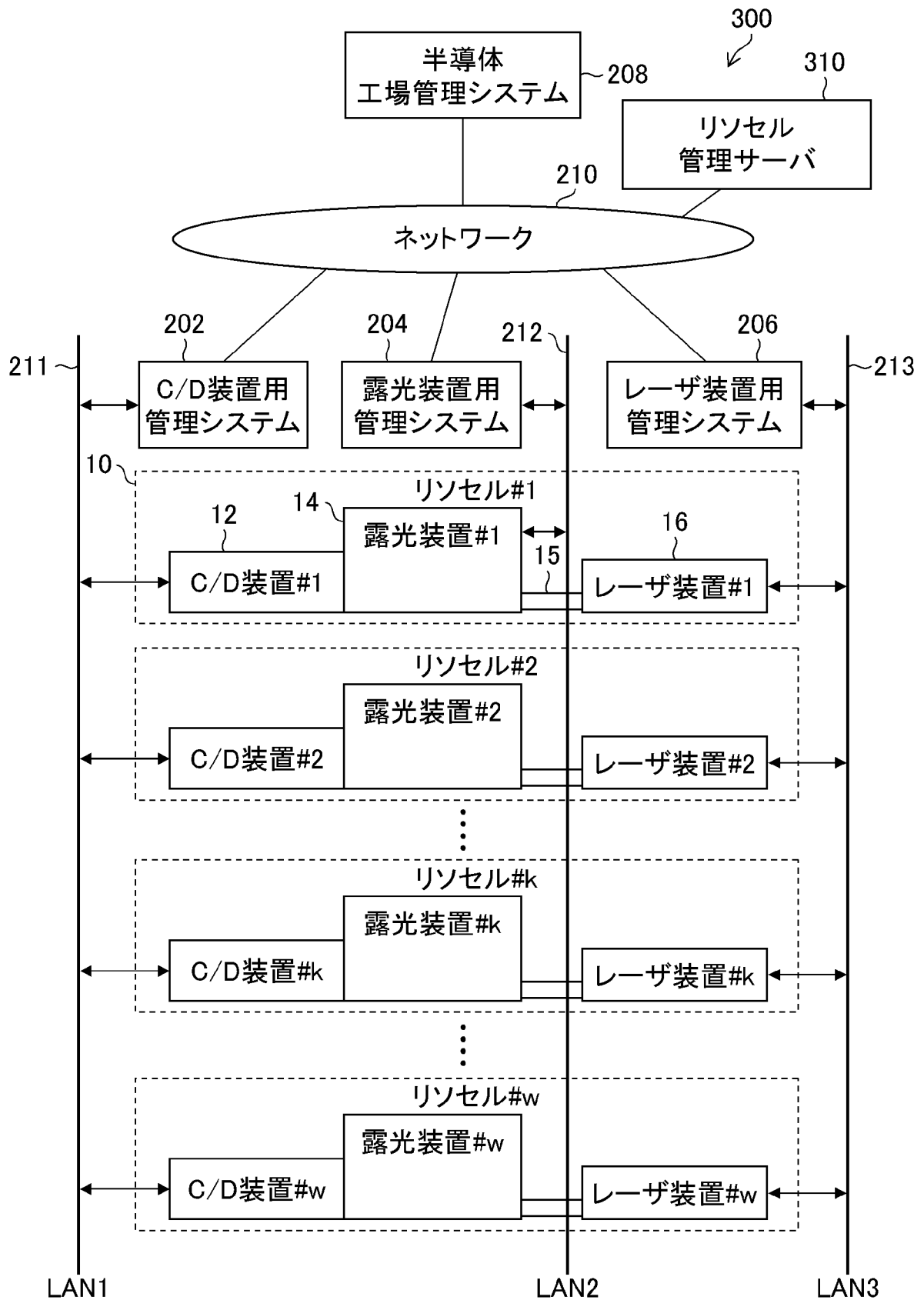
[図4]



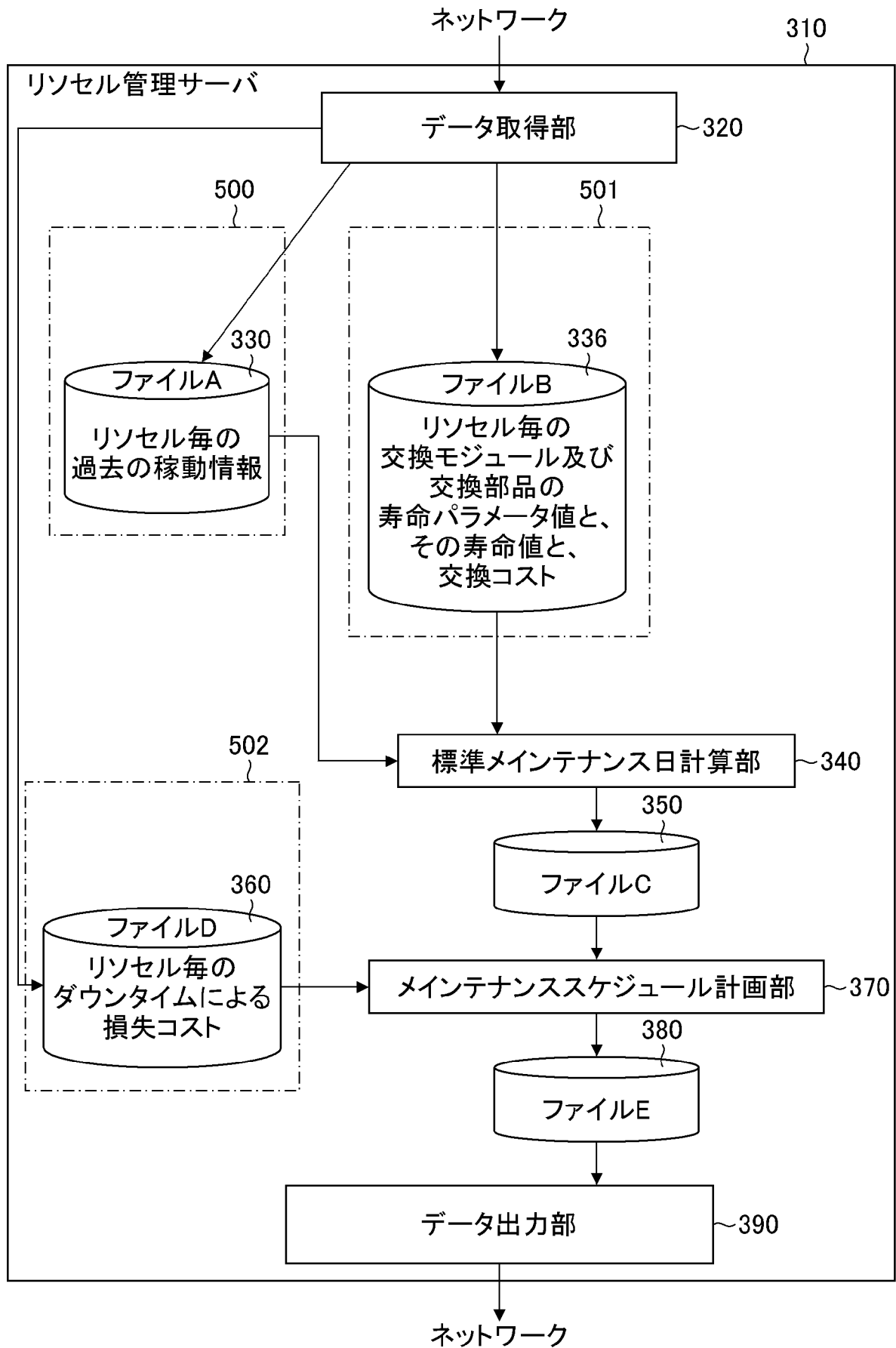
[図5]



[図6]



[図7]

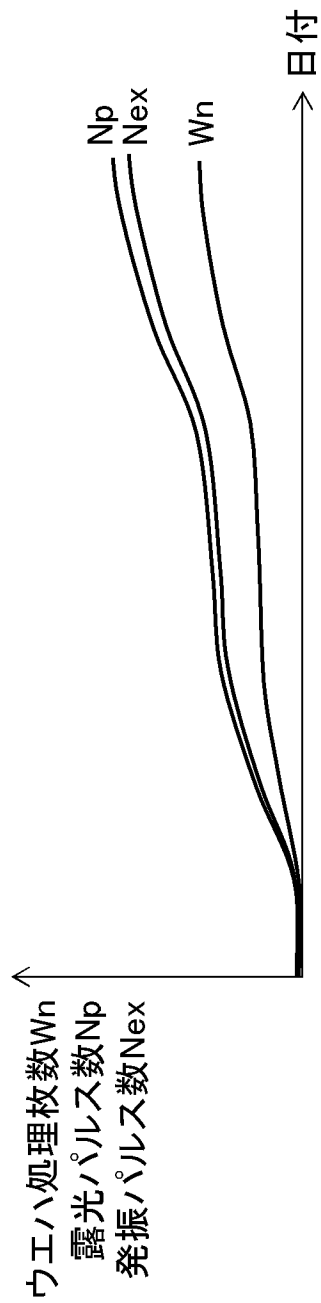


[図8]

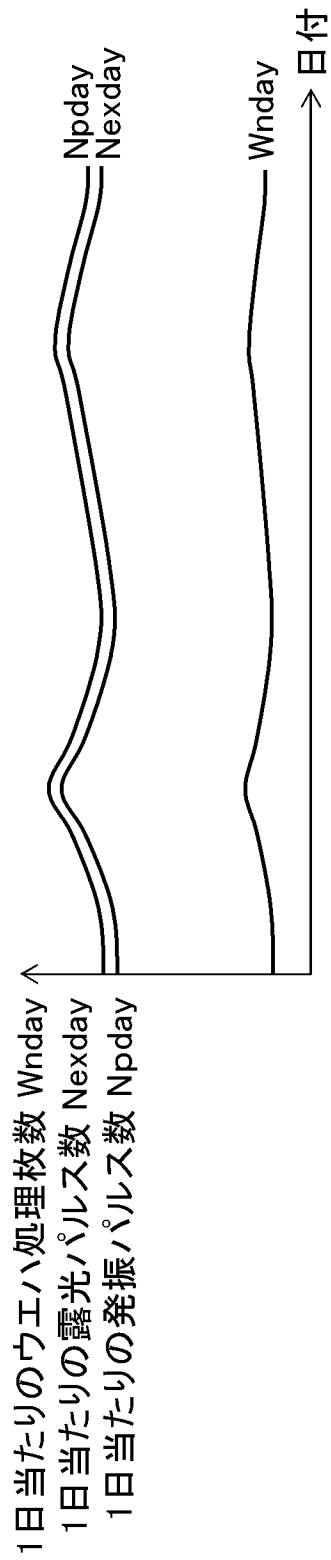
ファイルAのテーブルデータの例

リンセル#k									
No.	データ取得の 日付と時刻D	リンセル#kの ウエハ処理枚数 Wn	リンセル#kの 1日当たりの ウエハ処理枚数 Wnday	露光装置(k)		レーザ装置(k)			パルスエネルギー Ep
				露光パルス数 Nex	1日当たりの 露光パルス数 Nexday	発振パルス数 Np	1日当たりの 発振パルス数 Npday		
1	D(k,1)	Wn(k,1)	—	Nex(k,1)	—	Np(k,1)	—	Ep(k,1)	
2	D(k,2)	Wn(k,2)	Wnday(k,1)	Nex(k,2)	Nexday(k,1)	Np(k,2)	Npday(k,1)	Ep(k,2)	
3	D(k,3)	Wn(k,3)	Wnday(k,2)	Nex(k,3)	Nexday(k,2)	Np(k,3)	Npday(k,2)	Ep(k,3)	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
i	D(k,i)	Wn(k,i)	Wnday(k,i-1)	Nex(k,i)	Nexday(k,i-1)	Np(k,i)	Npday(k,i-1)	Ep(k,i)	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
j	D(k,j)	Wn(k,j)	Wnday(k,j-1)	Nex(k,j)	Nexday(k,j-1)	Np(k,j)	Npday(k,j-1)	Ep(k,j)	
			Wnday(k)		Nexday(k)		Npday(k)	Ep(k)	

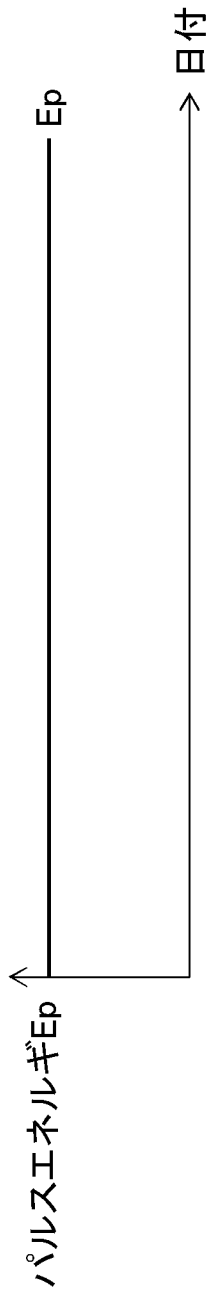
[図9]



[図10]



[図11]



[図12]

ファイルBのテーブルデータ(1)の例

装置	交換モジュール 又は交換部品	寿命パラメータ	寿命値 Life(k,l,m)	標準 メインテナンス 時間 Tmhs(k,l,m)	交換コスト Cexc(k,l,m)	単位寿命 当たりの 交換コスト Cplife(k,l,m)	寿命 パラメータ値 Pra(k,l,m)	寿命パラメータを 計測した日付と 時刻 Dme(k,l,m)	残りの寿命 パラメータ値 Prarl(k,l,m)
C/D装置 (k) l=1	ケミカルフィルタ m=1	交換してからの 動作時間	Life(k,1,1)	Tmhs(k,1,1)	Cexc(k,1,1)	Cplife(k,1,1)	Pra(k,1,1)	Dme(k,1,1)	Prarl(k,1,1)
	基板回転モジュール m=2	交換してからの ウエハ処理枚数	Life(k,1,2)	Tmhs(k,1,2)	Cexc(k,1,2)	Cplife(k,1,2)	Pra(k,1,2)	Dme(k,1,2)	Prarl(k,1,2)
	ドレイン回収モジュール m=3	交換してからの ウエハ処理枚数	Life(k,1,3)	Tmhs(k,1,3)	Cexc(k,1,3)	Cplife(k,1,3)	Pra(k,1,3)	Dme(k,1,3)	Prarl(k,1,3)
	ウエハ搬送ライン交換部品 m=4	交換してからの ウエハ処理枚数	Life(k,1,4)	Tmhs(k,1,4)	Cexc(k,1,4)	Cplife(k,1,4)	Pra(k,1,4)	Dme(k,1,4)	Prarl(k,1,4)
露光装置 (k) l=2	ケミカルフィルタ m=1	交換してからの 動作時間	Life(k,2,1)	Tmhs(k,2,1)	Cexc(k,2,1)	Cplife(k,2,1)	Pra(k,2,1)	Dme(k,2,1)	Prarl(k,2,1)
	照明光学系の交換部品 m=2	交換してからの 露光パルス数	Life(k,2,2)	Tmhs(k,2,2)	Cexc(k,2,2)	Cplife(k,2,2)	Pra(k,2,2)	Dme(k,2,2)	Prarl(k,2,2)
	投影光学系の交換部品 m=3	交換してからの 露光パルス数	Life(k,2,3)	Tmhs(k,2,3)	Cexc(k,2,3)	Cplife(k,2,3)	Pra(k,2,3)	Dme(k,2,3)	Prarl(k,2,3)
レーザ装置 (k) l=3	ウエハ搬送システム交換部品 m=4	交換してからの ウエハ処理枚数	Life(k,2,4)	Tmhs(k,2,4)	Cexc(k,2,4)	Cplife(k,2,4)	Pra(k,2,4)	Dme(k,2,4)	Prarl(k,2,4)
	狭帯域化モジュール(LNM) m=1	交換してからの 発振パルス数	Life(k,3,1)	Tmhs(k,3,1)	Cexc(k,3,1)	Cplife(k,3,1)	Pra(k,3,1)	Dme(k,3,1)	Prarl(k,3,1)
	レーザチャンバ(CH) m=2	交換してからの 発振パルス数	Life(k,3,2)	Tmhs(k,3,2)	Cexc(k,3,2)	Cplife(k,3,2)	Pra(k,3,2)	Dme(k,3,2)	Prarl(k,3,2)
	モニタモジュール(MM) m=3	交換してからの 発振パルス数	Life(k,3,3)	Tmhs(k,3,3)	Cexc(k,3,3)	Cplife(k,3,3)	Pra(k,3,3)	Dme(k,3,3)	Prarl(k,3,3)
	フロントミラー m=4	交換してからの 発振パルス数	Life(k,3,4)	Tmhs(k,3,4)	Cexc(k,3,4)	Cplife(k,3,4)	Pra(k,3,4)	Dme(k,3,4)	Prarl(k,3,4)

k:リソセル番号

l:装置の番号

m:交換モジュール又は交換部品の番号

[図13]

ファイルBのテーブルデータ(2)の例

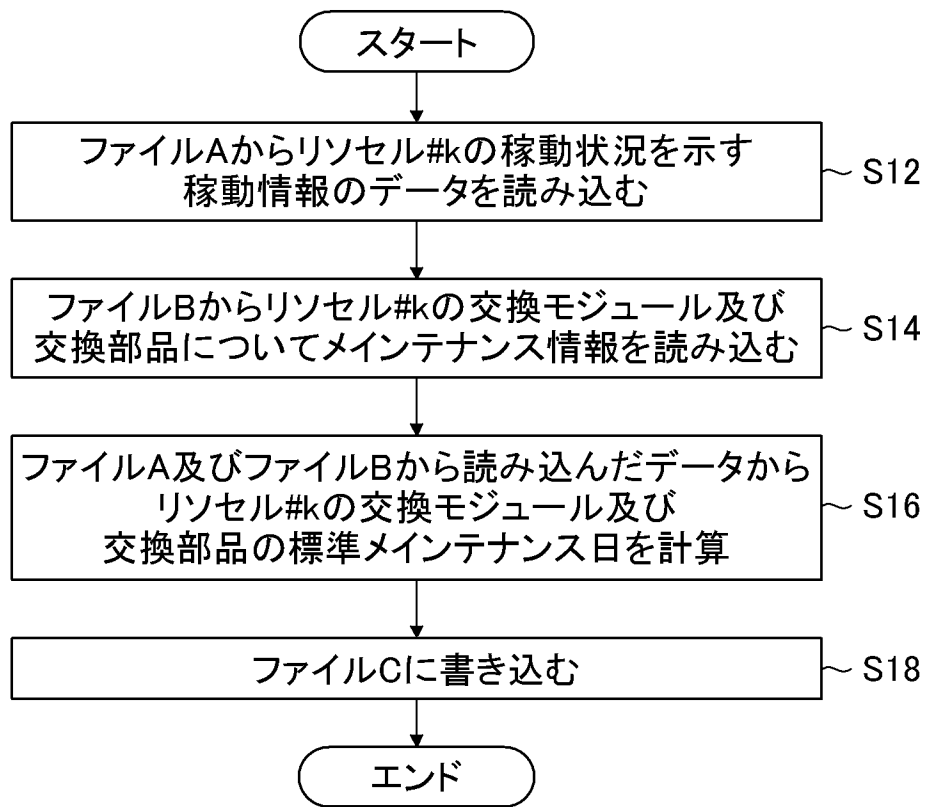
リンセル#k	装置	交換モジュール又は交換部品	同日メンテナンスの時間
	C/D装置(k)	基板回転モジュールとドレイン回収モジュールの 同日メンテナンス	Thm_SM_DRM
	露光装置(k)	照明光学系の交換部品と投影光学系の部品の 同日メンテナンス	Thm_ILL_Pro
	レーザ装置(k)	LNM+CHの同日メンテナンス	Tmh_LNM_CH
		LNM+CH+MMの同日メンテナンス	Tmh_LNM_CH_MM
		FM+CH+LNMの同日メンテナンス	Tmh_FM_CH_LNM
		LNM+MMの同日メンテナンス	Tmh_LNM_MM

[図14]

ファイルBのテーブルデータ(3)の例

リンセル#k	装置	交換モジュール又は交換部品	パルスエネルギー(mJ)	寿命値 Life(k,l,m)
	露光装置(k)	照明光学系の交換部品	10	Life_IL_10
		照明光学系の交換部品	15	Life_IL_15
		投影光学系の交換部品	10	Life_Pro_10
		投影光学系の交換部品	15	Life_Pro_15
	レーザー装置(k)	狭帯域化モジュール(LNM)	10	Life_LNM_10
		狭帯域化モジュール(LNM)	15	Life_LNM_15
		レーザチャンバ(CH)	10	Life_CH_10
		レーザチャンバ(CH)	15	Life_CH_15
		モニタモジュール(MM)	10	Life_MM_10
		モニタモジュール(MM)	15	Life_MM_15

[図15]



[図16]

ファイルCのテーブルデータの例

装置	交換モジュール 又は交換部品	寿命パラメータ	標準 メインテナンス時間 $T_{mhs}(k, l, m)$	標準 メインテナンス日 $D_{mds}(k, l, m)$	単位寿命当たりの 交換コスト $C_{plife}(k, l, m)$
C/D装置(k) l=1	ケミカルフィルタ m=1	交換してからの 動作時間	$T_{mhs}(k, 1, 1)$	$D_{mds}(k, 1, 1)$	$C_{plife}(k, 1, 1)$
	基板回転モジュール m=2	交換してからの ウエハ処理枚数	$T_{mhs}(k, 1, 2)$	$D_{mds}(k, 1, 2)$	$C_{plife}(k, 1, 2)$
	ドレイン回収モジュール m=3	交換してからの ウエハ処理枚数	$T_{mhs}(k, 1, 3)$	$D_{mds}(k, 1, 3)$	$C_{plife}(k, 1, 3)$
	ウエハ搬送ライン交換部品 m=4	交換してからの ウエハ処理枚数	$T_{mhs}(k, 1, 4)$	$D_{mds}(k, 1, 4)$	$C_{plife}(k, 1, 4)$
リソセル #k	ケミカルフィルタ m=1	交換してからの 動作時間	$T_{mhs}(k, 2, 1)$	$D_{mds}(k, 2, 1)$	$C_{plife}(k, 2, 1)$
	照明光学系の交換部品 m=2	交換してからの 露光パルス数	$T_{mhs}(k, 2, 2)$	$D_{mds}(k, 2, 2)$	$C_{plife}(k, 2, 2)$
	投影光学系の交換部品 m=3	交換してからの 露光パルス数	$T_{mhs}(k, 2, 3)$	$D_{mds}(k, 2, 3)$	$C_{plife}(k, 2, 3)$
	ウエハ搬送システム交換部品 m=4	交換してからの ウエハ処理枚数	$T_{mhs}(k, 2, 4)$	$D_{mds}(k, 2, 4)$	$C_{plife}(k, 2, 4)$
レーザ装置(k) l=3	狭帯域化モジュール(LNM) m=1	交換してからの 発振パルス数	$T_{mhs}(k, 3, 1)$	$D_{mds}(k, 3, 1)$	$C_{plife}(k, 3, 1)$
	レーザチャンバ(CH) m=2	交換してからの 発振パルス数	$T_{mhs}(k, 3, 2)$	$D_{mds}(k, 3, 2)$	$C_{plife}(k, 3, 2)$
	モニタモジュール(MM) m=3	交換してからの 発振パルス数	$T_{mhs}(k, 3, 3)$	$D_{mds}(k, 3, 3)$	$C_{plife}(k, 3, 3)$
	フロントミラー m=4	交換してからの 発振パルス数	$T_{mhs}(k, 3, 4)$	$D_{mds}(k, 3, 4)$	$C_{plife}(k, 3, 4)$

k:リソセル番号

l:装置の番号

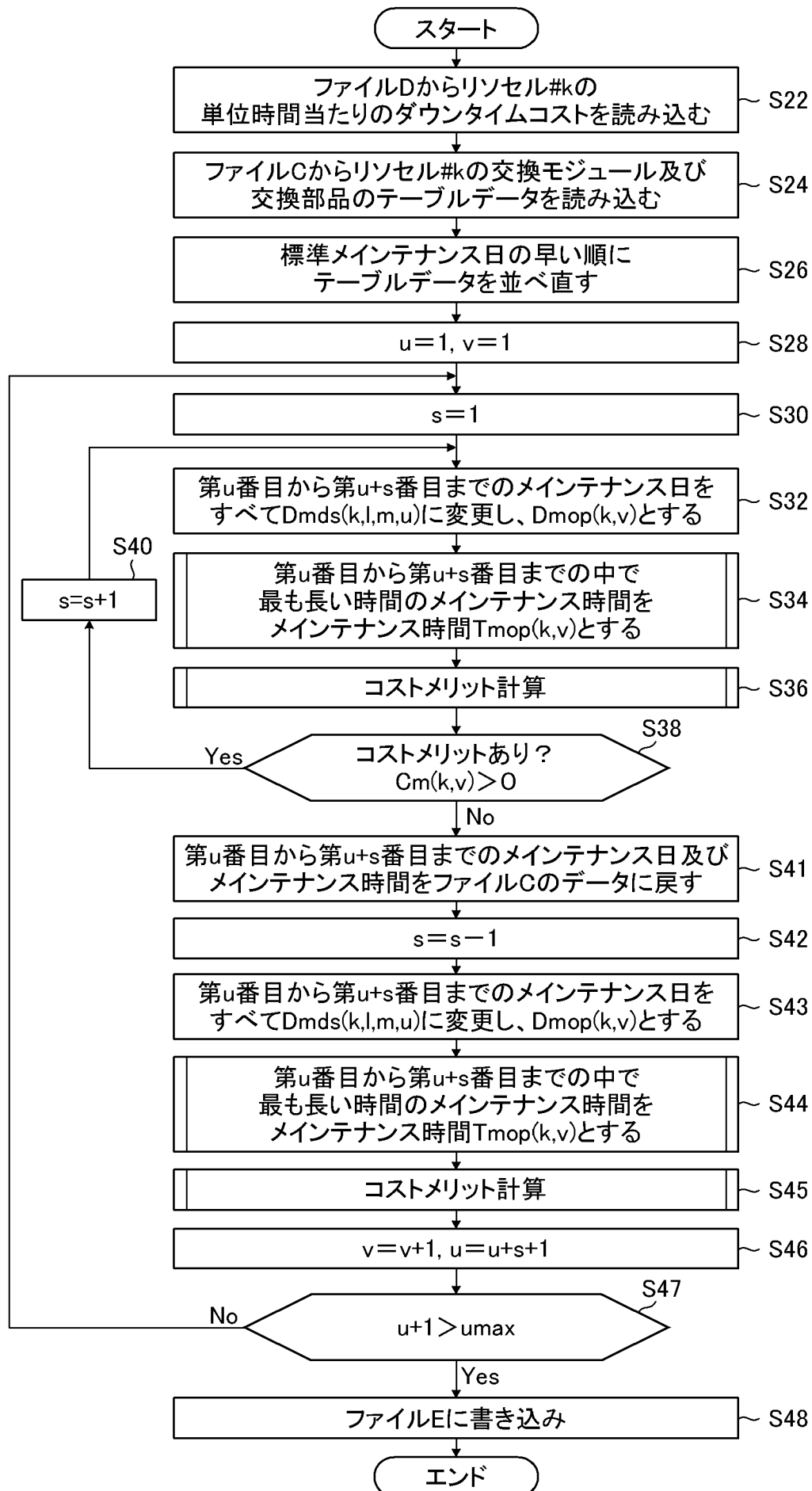
m:交換モジュール又は交換部品の番号

[図17]

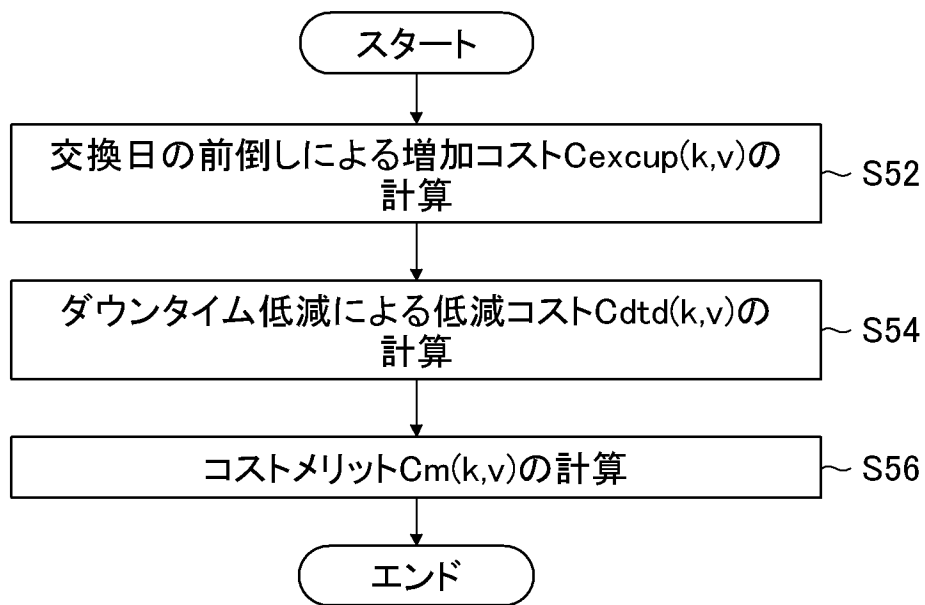
ファイルDのテーブルデータの例

リソセル番号	単位時間当たりのダウンタイムによる損失コスト
リソセル#1	Cdt(1)
リソセル#2	Cdt(2)
リソセル#3	Cdt(3)
・	・
・	・
リソセル#k	Cdt(k)
・	・
リソセル#w	Cdt(w)

[図18]



[図19]



[図20]

ファイルEのテーブルデータの例

標準 メンテナンス日の 早い順番 _u	リソセル# _k の 装置	交換モジュール 又は交換部品	標準 メンテナンス日 Dm _{ds} (k,l,m,u)	単体で 交換した場合の 標準 メンテナンス 時間 Tm _{hs} (k,l,m,u)	単位寿命当たりの 交換コスト Cplife(k,l,m,u)	最適 メンテナンス日 Dmop(k,v)	交換日の 前倒しによる 増加コスト Cexcup(k,v)	メインテナンス 時間 Tmop(k,v)	ダウン タイム 低減コスト Cdt _d (k,v)	コスト メリット Cm(k,v)
1	C/D装置(k)	ケミカルフィルタ	Dm _{ds} (k,1,1,1)	Tm _{hs} (k,1,1,1)	Cplife(k,1,1,1)	Dmop(k,1)	Cexcup(k,1)	Tmop(k,1)	Cdt _d (k,1)	Cm(k,1)
2	レーザ装置(k)	モニタモジュール	Dm _{ds} (k,3,3,2)	Tm _{hs} (k,3,3,2)	Cplife(k,3,3,2)					
3	露光装置(k)	ウエハ搬送システム 交換部品	Dm _{ds} (k,2,4,3)	Tm _{hs} (k,1,4,3)	Cplife(k,1,4,3)					
4	露光装置(k)	ケミカルフィルタ	Dm _{ds} (k,2,1,4)	Tm _{hs} (k,2,1,4)	Cplife(k,2,1,4)	Dmop(k,2)	Cexcup(k,2)	Tmop(k,2)	Cdt _d (k,2)	Cm(k,2)
5	C/D装置(k)	基板回転モジュール	Dm _{ds} (k,1,2,5)	Tm _{hs} (k,1,2,5)	Cplife(k,1,2,5)					
6	レーザ装置(k)	狭帯域化モジュール	Dm _{ds} (k,3,1,6)	Tm _{hs} (k,3,1,6)	Cplife(k,3,1,6)					
7	レーザ装置(k)	レーザチャンバ	Dm _{ds} (k,3,2,7)	Tm _{hs} (k,3,2,7)	Cplife(k,3,2,7)	Dmop(k,3)	Cexcup(k,3)	Tmop(k,3)	Cdt _d (k,3)	Cm(k,3)
8	露光装置(k)	照明光学系の 交換部品	Dm _{ds} (k,2,2,8)	Tm _{hs} (k,2,2,8)	Cplife(k,2,2,8)					
9	C/D装置(k)	ウエハ搬送ライン 交換部品	Dm _{ds} (k,1,4,9)	Tm _{hs} (k,1,4,9)	Cplife(k,1,4,9)					
10	レーザ装置(k)	フロントミラー	Dm _{ds} (k,3,4,10)	Tm _{hs} (k,3,4,10)	Cplife(k,3,4,10)	Dmop(k,4)	Cexcup(k,4)	Tmop(k,4)	Cdt _d (k,4)	Cm(k,4)
11	露光装置(k)	投影光学系の 交換部品	Dm _{ds} (k,2,3,11)	Tm _{hs} (k,2,3,11)	Cplife(k,2,3,11)					
12	C/D装置(k)	ドレーン回収 モジュール	Dm _{ds} (k,1,3,12)	Tm _{hs} (k,1,3,12)	Cplife(k,1,3,12)					
k:リソセル番号						合計	Cexcup(k)	Tmop(k)	Cdt _d (k)	Cm(k)

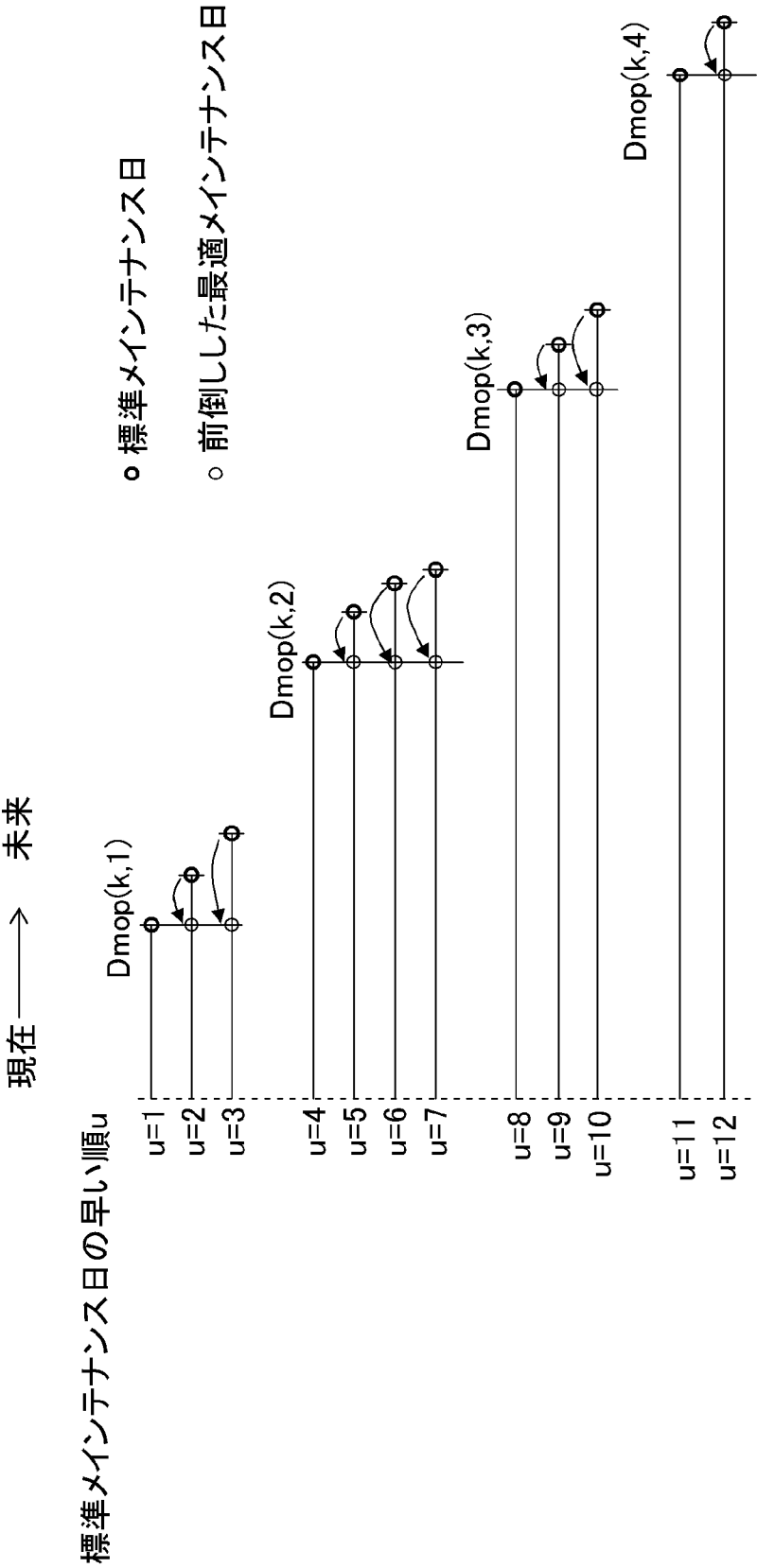
l:装置の番号

m:交換モジュール又は交換部品の番号

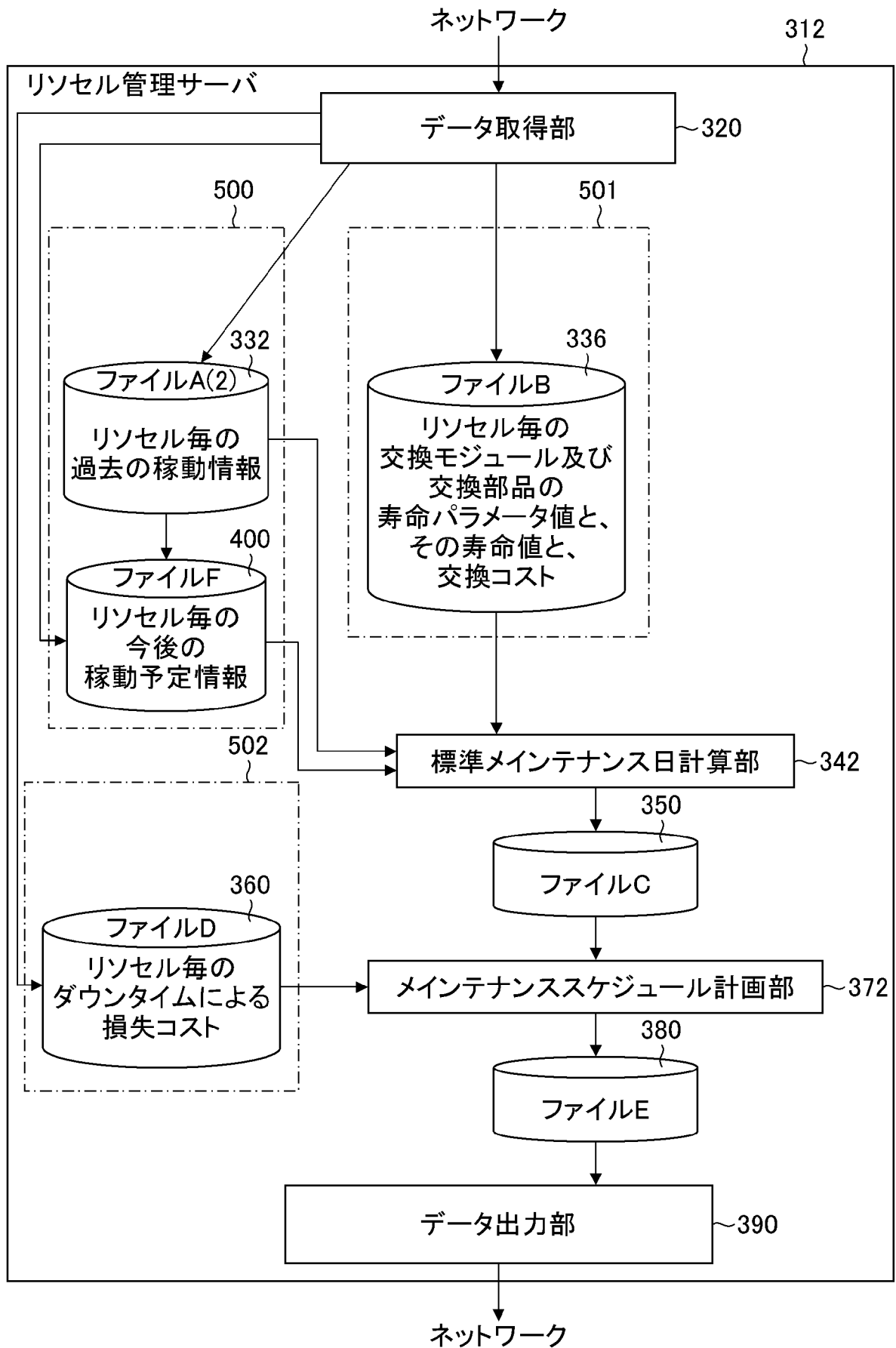
u:標準メンテナンス日の早い順番

v:最適メンテナンス日の早い順番

[図21]



[図22]



[図23]

ファイルA(2)のテーブルデータの例

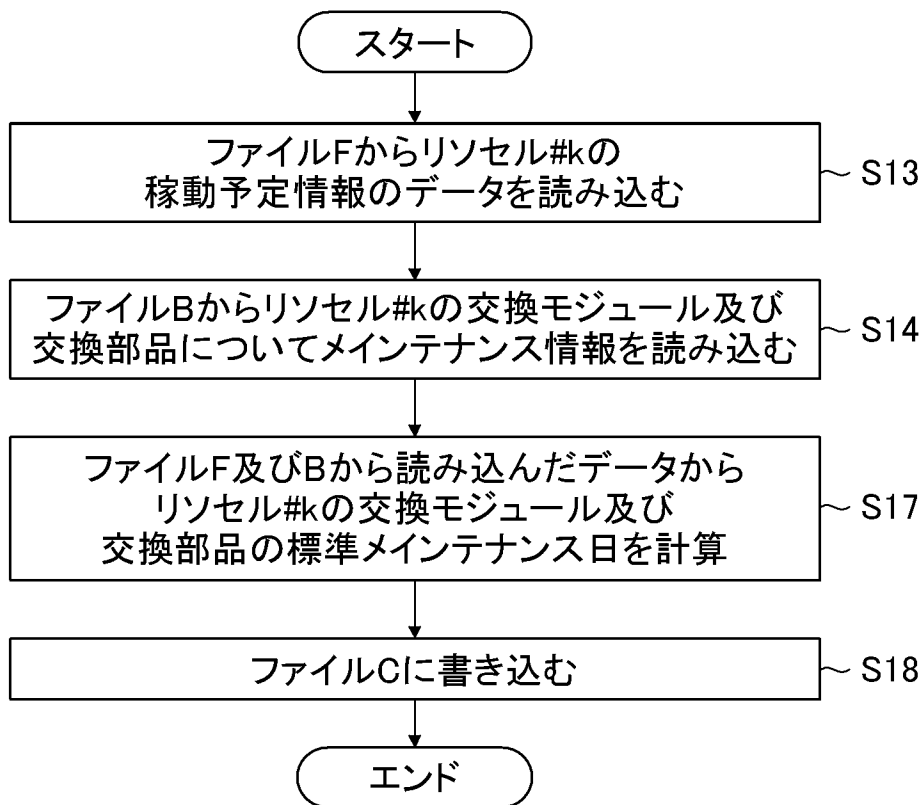
リソセル#k									
No.	データ取得の 日付と時刻D	リソセル#kの ウエハ処理枚数 W_n	リソセル#kの 1日当たりの ウエハ処理枚数 W_{nday}	露光装置(k)			レーザ装置(k)		
				露光 パルス数 N_{ex}	1枚ウエハ当たりの 露光パルス数 N_{exwef}	発振パルス数 N_p	1枚ウエハ当たりの 発振パルス数 N_{pwef}	パルスエネルギー E_p	
1	D(k,1)	$W_n(k,1)$	—	$N_{ex}(k,1)$	—	$N_p(k,1)$	—	$E_p(k,1)$	
2	D(k,2)	$W_n(k,2)$	$W_{nday}(k,1)$	$N_{ex}(k,2)$	$N_{exwef}(k,1)$	$N_p(k,2)$	$N_{pwef}(k,1)$	$E_p(k,2)$	
3	D(k,3)	$W_n(k,3)$	$W_{nday}(k,2)$	$N_{ex}(k,3)$	$N_{exwef}(k,2)$	$N_p(k,3)$	$N_{pwef}(k,2)$	$E_p(k,3)$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
i	D(k,i)	$W_n(k,i)$	$W_{nday}(k,i-1)$	$N_{ex}(k,i)$	$N_{exwef}(k,i-1)$	$N_p(k,i)$	$N_{pwef}(k,i-1)$	$E_p(k,i)$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
j	D(k,j)	$W_n(k,j)$	$W_{nday}(k,j-1)$	$N_{ex}(k,j)$	$N_{exwef}(k,j-1)$	$N_p(k,j)$	$N_{pwef}(k,j-1)$	$E_p(k,j)$	
			$W_{nday}(k)$		$N_{exwef}(k)$		$N_{pwef}(k)$	$E_p(k)$	

[図24]

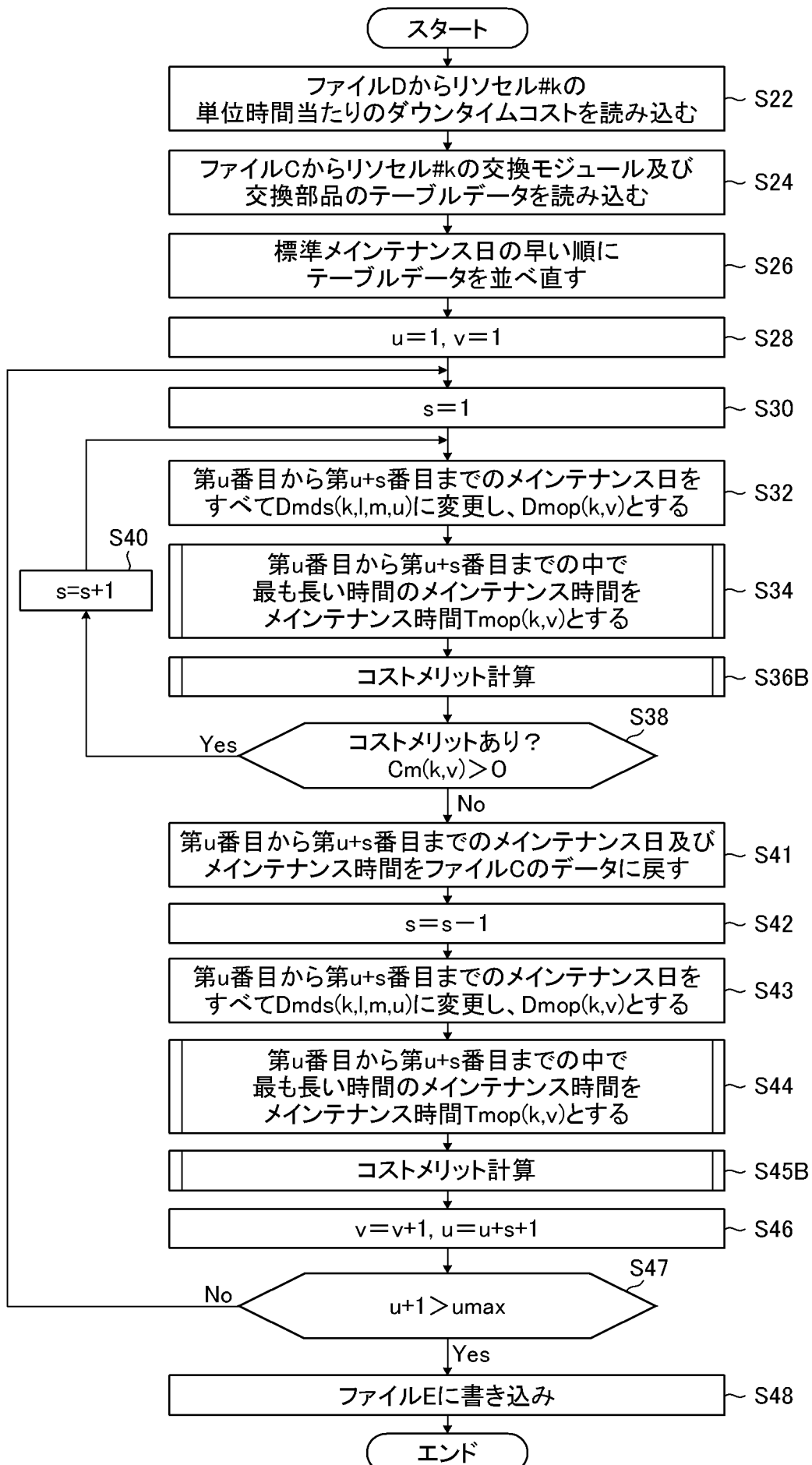
ファイルFのテーブルデータの例

No.	日付 DATEpl	リソセル#kのウエハ処理枚数		Nexwef (k)		Npwef (k)	
		日毎の 予定ウエハ 処理枚数 Wplpd	本日以降の 予定ウエハ 処理枚数 Wplpdsu	日毎の 予定露光パルス数 Nexplpd	本日以降の 予定露光パルス数 Nexplsu	日毎の 予定発振パルス数 Npplpd	本日以降の 予定発振パルス数 Npplsu
1	DATEpl(k,1)	Wplpd(k,1)	Wplpdsu(k,1)	Nexplpd(k,1)	Nexplsu(k,1)	Npplpd(k,1)	Npplsu(k,1)
2	DATEpl(k,2)	Wplpd(k,2)	Wplpdsu(k,2)	Nexplpd(k,2)	Nexplsu(k,2)	Npplpd(k,2)	Npplsu(k,2)
3	DATEpl(k,3)	Wplpd(k,3)	Wplpdsu(k,3)	Nexplpd(k,3)	Nexplsu(k,3)	Npplpd(k,3)	Npplsu(k,3)
4	DATEpl(k,4)	Wplpd(k,4)	Wplpdsu(k,4)	Nexplpd(k,4)	Nexplsu(k,4)	Npplpd(k,4)	Npplsu(k,4)
5	DATEpl(k,5)	Wplpd(k,5)	Wplpdsu(k,5)	Nexplpd(k,5)	Nexplsu(k,5)	Npplpd(k,5)	Npplsu(k,5)
6	DATEpl(k,6)	Wplpd(k,6)	Wplpdsu(k,6)	Nexplpd(k,6)	Nexplsu(k,6)	Npplpd(k,6)	Npplsu(k,6)
7	DATEpl(k,7)	Wplpd(k,7)	Wplpdsu(k,7)	Nexplpd(k,7)	Nexplsu(k,7)	Npplpd(k,7)	Npplsu(k,7)
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
f	DATEpl(k,f)	Wplpd(k,f)	Wplpdsu(k,f)	Nexplpd(k,f)	Nexplsu(k,f)	Npplpd(k,f)	Npplsu(k,f)
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
g	DATEpl(k,g)	Wplpd(k,g)	Wplpdsu(k,g)	Nexplpd(k,g)	Nexplsu(k,g)	Npplpd(k,g)	Npplsu(k,g)

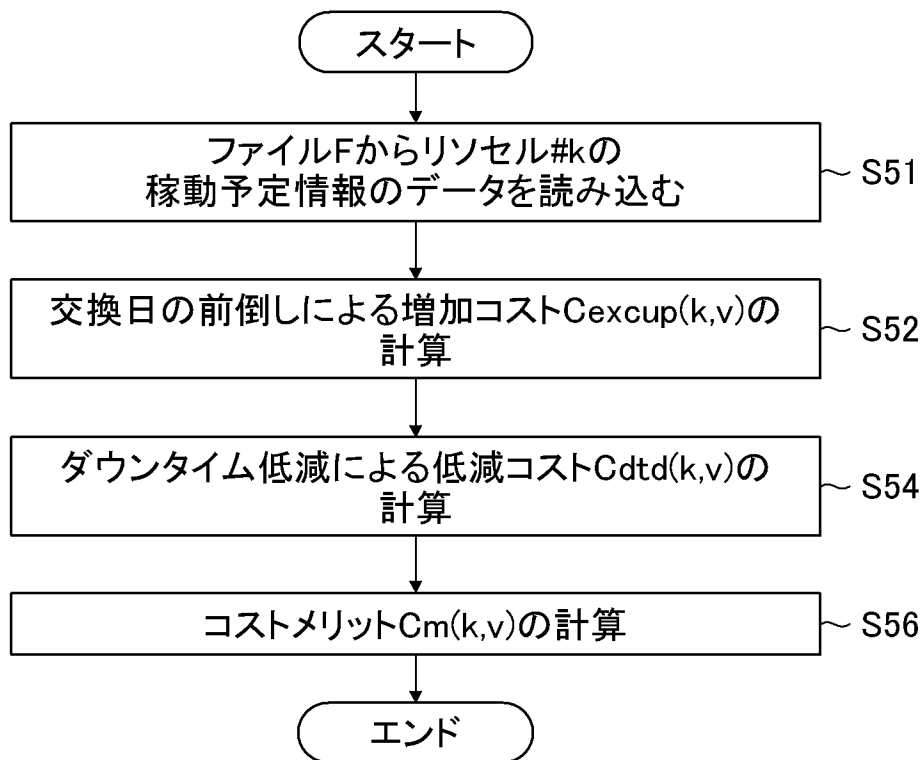
[図25]



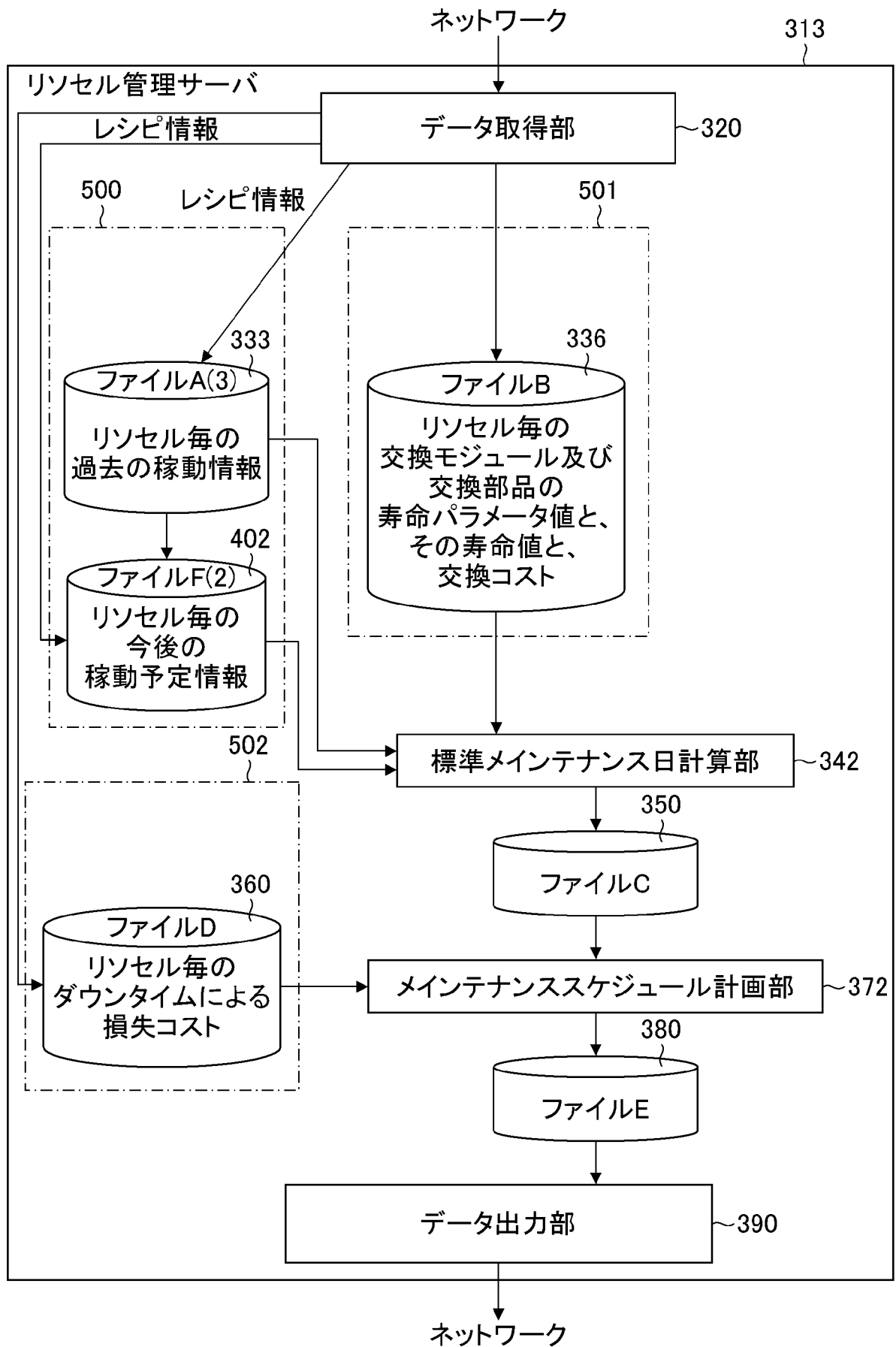
[図26]



[図27]



[図28]



[図29]

ファイルA(3)のテーブルデータの例

リンセル#k												
No.	データ取得の 日付と時刻D	リンセル#kの ウェハ 処理枚数 W _n	レジピ Loip	リンセル#kの 1日当たりの ウェハ 処理枚数 W _{nday}	各レジピに 対応した 1日当たりの 平均ウェハ 処理枚数 W _{ndaylc}	露光装置(k)			レーザ装置(k)			パルス エネルギー Ep
						露光 パルス数 N _{ex}	1枚ウェハ当たりの 露光パルス数 N _{exwef}	各レジピに対応した 1枚ウェハ当たりの 平均露光パルス数 N _{exweflc}	発振 パルス数 N _p	1枚ウェハ当たりの 発振パルス数 N _{pwef}	各レジピに対応した 1枚ウェハ当たりの 平均発振パルス数 N _{pweflc}	
1	D(k,1)	W _n (k,1)	L _{cip} (k,a)	—	—	N _{ex} (k,1)	—		N _p (k,1)	—		Ep(k,1)
2	D(k,2)	W _n (k,1)	L _{cip} (k,a)	W _{nday} (k,1)	W _{ndaylc} (k,a)	N _{ex} (k,2)	N _{exwef} (k,1)	N _{exweflc} (k,a)	N _p (k,2)	N _{pwef} (k,1)	N _{pweflc} (k,a)	Ep(k,2)
3	D(k,3)	W _n (k,3)	L _{cip} (k,a)	W _{nday} (k,2)		N _{ex} (k,3)	N _{exwef} (k,2)		N _p (k,3)	N _{pwef} (k,2)		Ep(k,3)
4	D(k,4)	W _n (k,4)	L _{cip} (k,b)	W _{nday} (k,3)	W _{ndaylc} (k,b)	N _{ex} (k,4)	N _{exwef} (k,3)	N _{exweflc} (k,b)	N _p (k,4)	N _{pwef} (k,3)	N _{pweflc} (k,b)	Ep(k,4)
5	D(k,5)	W _n (k,5)	L _{cip} (k,b)	W _{nday} (k,4)		N _{ex} (k,5)	N _{exwef} (k,4)		N _p (k,5)	N _{pwef} (k,4)		Ep(k,5)
6	D(k,6)	W _n (k,6)	L _{cip} (k,b)	W _{nday} (k,5)		N _{ex} (k,6)	N _{exwef} (k,5)		N _p (k,6)	N _{pwef} (k,5)		Ep(k,6)
.	.	.	.	.		.	.		.	.		.
i	D(k,i)	W _n (k,i)	L _{cip} (k,b)	W _{nday} (k,i-1)	W _{ndaylc} (k,c)	N _{ex} (k,i)	N _{exwef} (k,i-1)	N _{exweflc} (k,c)	N _p (k,i)	N _{pwef} (k,i-1)	N _{pweflc} (k,c)	Ep(k,i)
i+1	D(k,i+1)	W _n (k,i+1)	L _{cip} (k,c)	W _{nday} (k,i)		N _{ex} (k,i+1)	N _{exwef} (k,i)		N _p (k,i+1)	N _{pwef} (k,i)		Ep(k,i+1)
.	.	.	.	.		.	.		.	.		.
j	D(k,j)	W _n (k,j)	L _{cip} (k,c)	W _{nday} (k,j-1)		N _{ex} (k,j)	N _{exwef} (k,j-1)		N _p (k,j)	N _{pwef} (k,j-1)		Ep(k,j)
				W _{nday} (k)		N _{exwef} (k)			N _{pwef} (k)			Ep(k)

a,b,cはレジピの種類を示す。

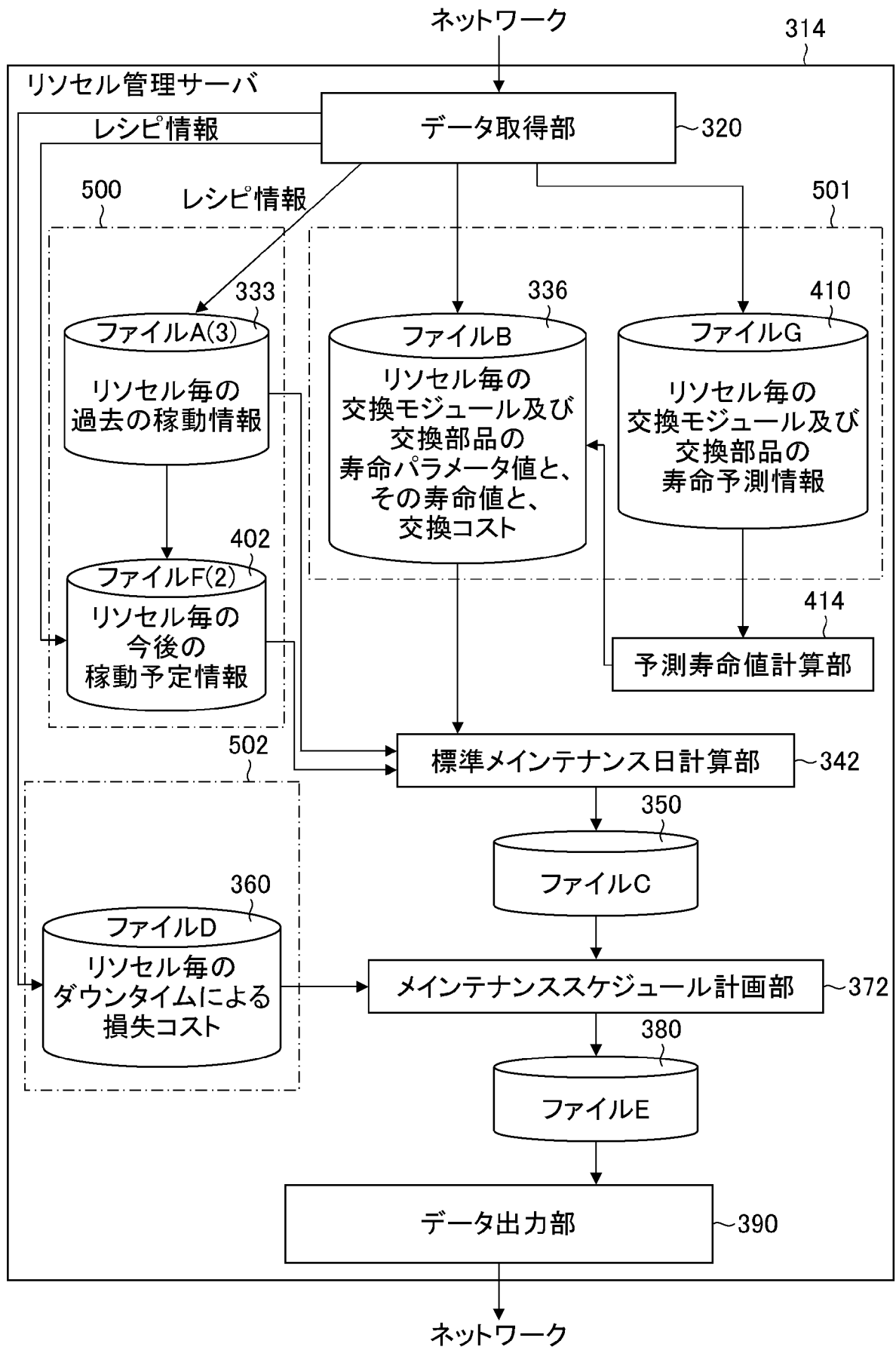
[図30]

ファイルF(2)のテーブルデータの例

No.	日付 DATEpl	リンセル#kのウエハ処理枚数			Nexwef(k)		Npwef(k)	
		日毎の 予定ウエハ 処理枚数 Wplpd	本日以降の 予定ウエハ 処理枚数 Wplpdsu	レシピ Lcip	日毎の 予定露光 パルス数 Nexplpd	本日以降の 予定露光 パルス数 Nexplsu	日毎の 予定発振 パルス数 Npplpd	本日以降の 予定発振 パルス数 Npplsu
1	DATEpl(k,1)	Wplpd(k,1)	Wplpdsu(k,1)	Lcip(k,b)	Nexplpd(k,1)	Nexplsu(k,1)	Npplpd(k,1)	Npplsu(k,1)
2	DATEpl(k,2)	Wplpd(k,2)	Wplpdsu(k,2)	Lcip(k,b)	Nexplpd(k,2)	Nexplsu(k,2)	Npplpd(k,2)	Npplsu(k,2)
3	DATEpl(k,3)	Wplpd(k,3)	Wplpdsu(k,3)	Lcip(k,b)	Nexplpd(k,3)	Nexplsu(k,3)	Npplpd(k,3)	Npplsu(k,3)
4	DATEpl(k,4)	Wplpd(k,4)	Wplpdsu(k,4)	Lcip(k,b)	Nexplpd(k,4)	Nexplsu(k,4)	Npplpd(k,4)	Npplsu(k,4)
5	DATEpl(k,5)	Wplpd(k,5)	Wplpdsu(k,5)	Lcip(k,a)	Nexplpd(k,5)	Nexplsu(k,5)	Npplpd(k,5)	Npplsu(k,5)
6	DATEpl(k,6)	Wplpd(k,6)	Wplpdsu(k,6)	Lcip(k,a)	Nexplpd(k,6)	Nexplsu(k,6)	Npplpd(k,6)	Npplsu(k,6)
7	DATEpl(k,7)	Wplpd(k,7)	Wplpdsu(k,7)	Lcip(k,a)	Nexplpd(k,7)	Nexplsu(k,7)	Npplpd(k,7)	Npplsu(k,7)
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
f	DATEpl(k,f)	Wplpd(k,f)	Wplpdsu(k,f)	Lcip(k,a)	Nexplpd(k,f)	Nexplsu(k,f)	Npplpd(k,f)	Npplsu(k,f)
f+1	DATEpl(k,f+1)	Wplpd(k,f+1)	Wplpdsu(k,f+1)	Lcip(k,c)	Nexplpd(k,f+1)	Nexplsu(k,f+1)	Npplpd(k,f+1)	Npplsu(k,f+1)
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
g	DATEpl(k,g)	Wplpd(k,g)	Wplpdsu(k,g)	Lcip(k,c)	Nexplpd(k,g)	Nexplsu(k,g)	Npplpd(k,g)	Npplsu(k,g)

a,b,cはレシピの種類を示す。

[図31]



[図32]

ファイバログのログデータの例

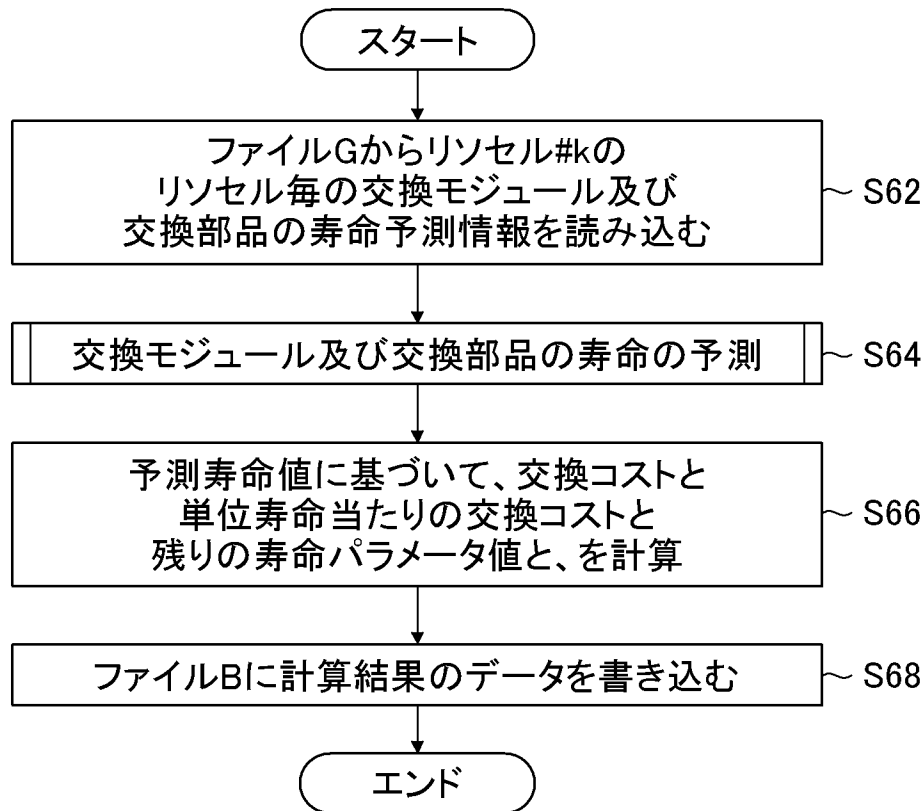
リソセル#k							
No.	データ取得の日付と時刻D	C／D装置(k) l=1		露光装置(k) l=2		レーザ装置(k) l=3	
		ケミカルフィルタm=1		照明光学系の交換部品 m=2		レーザチャンバ(CH) m=2	
		交換してからの動作時間	不純物ガス濃度	交換してからの露光パルス数	照明光学系の透過率	交換してからの発振パルス数	レーザチャンバのガス圧
		寿命パラメータ値Pra	寿命監視パラメータ値Cw	寿命パラメータ値Pra	寿命監視パラメータ値Til	寿命パラメータ値Pra	寿命監視パラメータ値Pch
1	D(k,1)	Pra(k,1,1,1)	Cw(k,1,1,1)	Pra(k,2,2,1)	Til(k,2,2,1)	Pra(k,3,2,1)	Pch(k,3,2,1)
2	D(k,2)	Pra(k,1,1,2)	Cw(k,1,1,2)	Pra(k,2,2,2)	Til(k,2,2,2)	Pra(k,3,2,2)	Pch(k,3,2,2)
3	D(k,3)	Pra(k,1,1,3)	Cw(k,1,1,3)	Pra(k,2,2,3)	Til(k,2,2,3)	Pra(k,3,2,3)	Pch(k,3,2,3)
4	D(k,4)	Pra(k,1,1,4)	Cw(k,1,1,4)	Pra(k,2,2,4)	Til(k,2,2,4)	Pra(k,3,2,4)	Pch(k,3,2,4)
5	D(k,5)	Pra(k,1,1,5)	Cw(k,1,1,5)	Pra(k,2,2,5)	Til(k,2,2,5)	Pra(k,3,2,5)	Pch(k,3,2,5)
6	D(k,6)	Pra(k,1,1,6)	Cw(k,1,1,6)	Pra(k,2,2,6)	Til(k,2,2,6)	Pra(k,3,2,6)	Pch(k,3,2,6)
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
i	D(k,i)	Pra(k,1,1,i)	Cw(k,1,1,i)	Pra(k,2,2,i)	Til(k,2,2,i)	Pra(k,3,2,i)	Pch(k,3,2,i)
i+1	D(k,i+1)	Pra(k,1,1,i+1)	Cw(k,1,1,i+1)	Pra(k,2,2,i+1)	Til(k,2,2,i+1)	Pra(k,3,2,i+1)	Pch(k,3,2,i+1)
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
j	D(k,j)	Pra(k,1,1,j)	Cw(k,1,1,j)	Pra(k,2,2,j)	Til(k,2,2,j)	Pra(k,3,2,j)	Pch(k,3,2,j)
監視パラメータの閾値		Cwth(k,1,1)		Tilth(k,2,2)		Pchth(k,3,2)	

k:リソセル番号

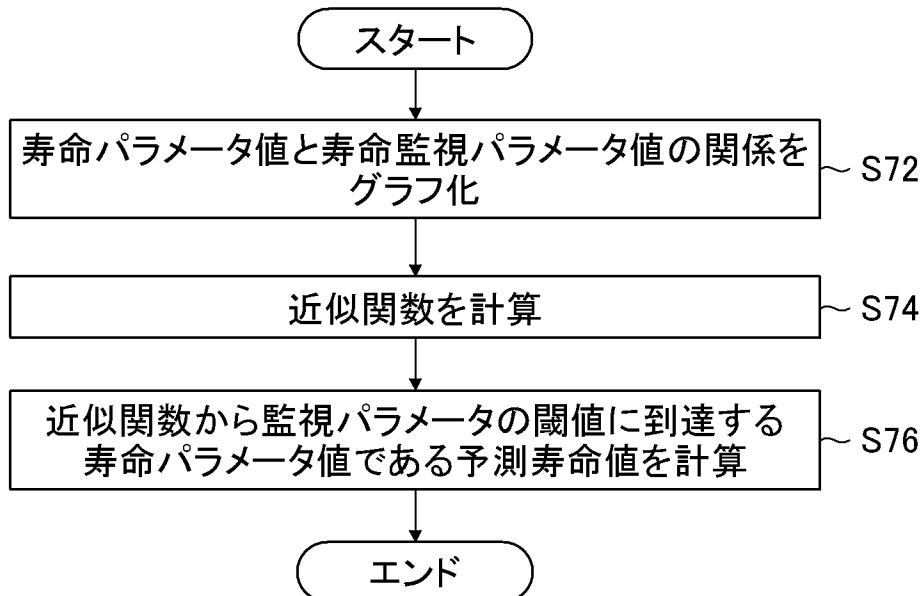
l:装置の番号

m:交換モジュール又は交換部品の番号

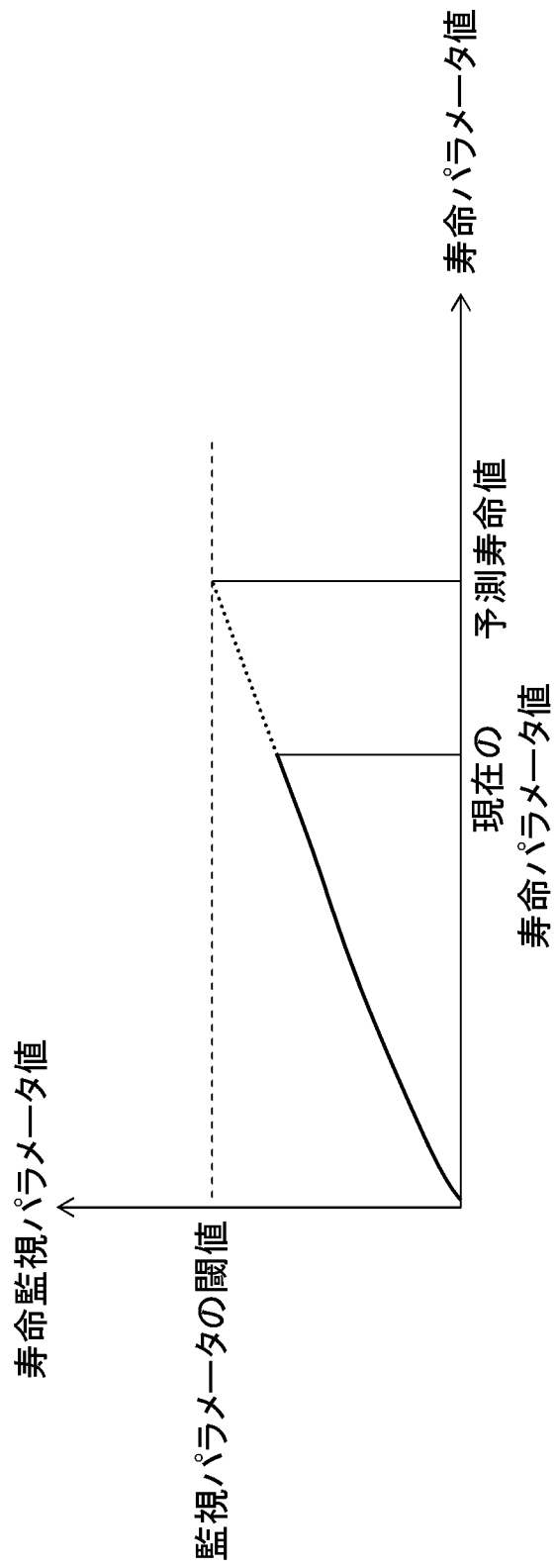
[図33]



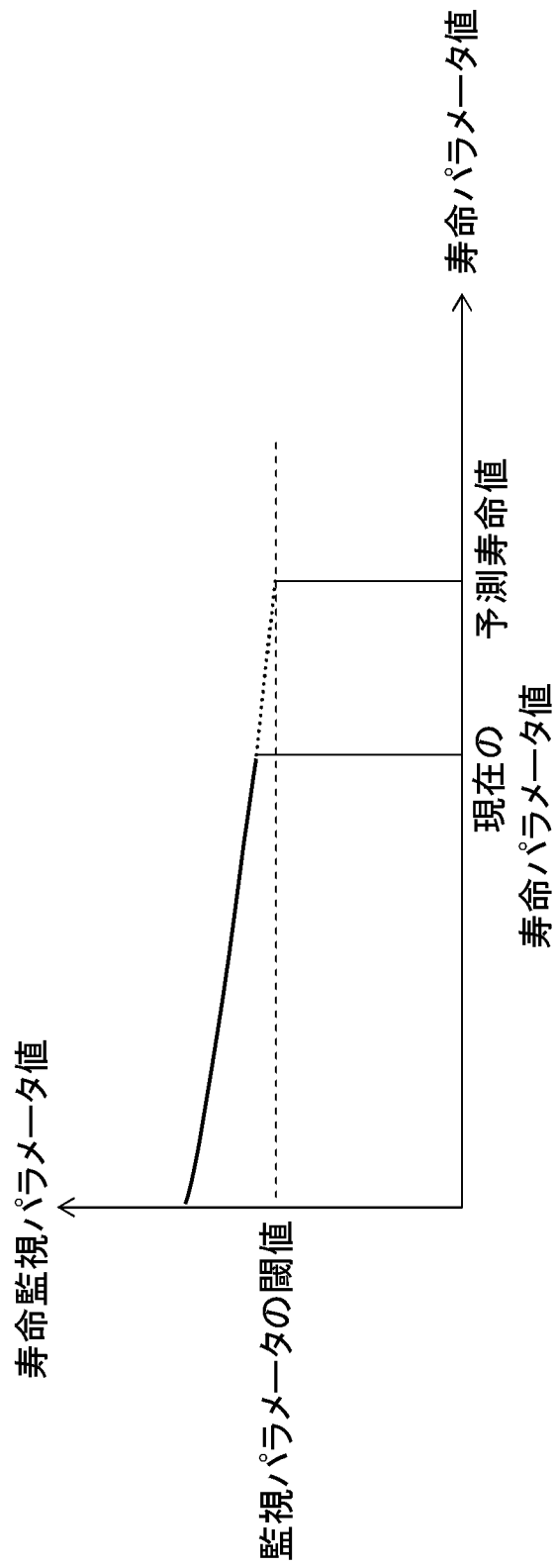
[図34]



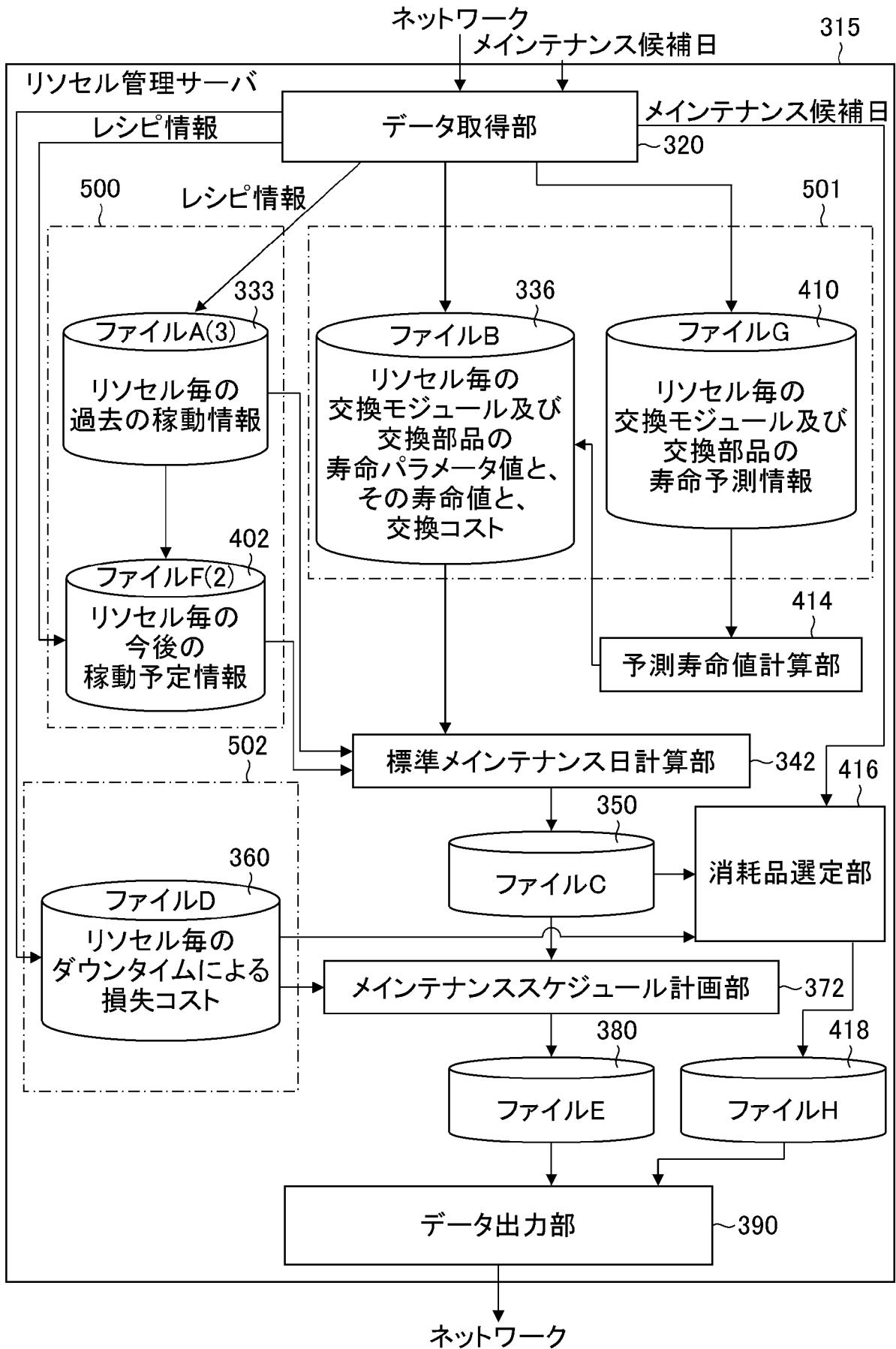
[図35]



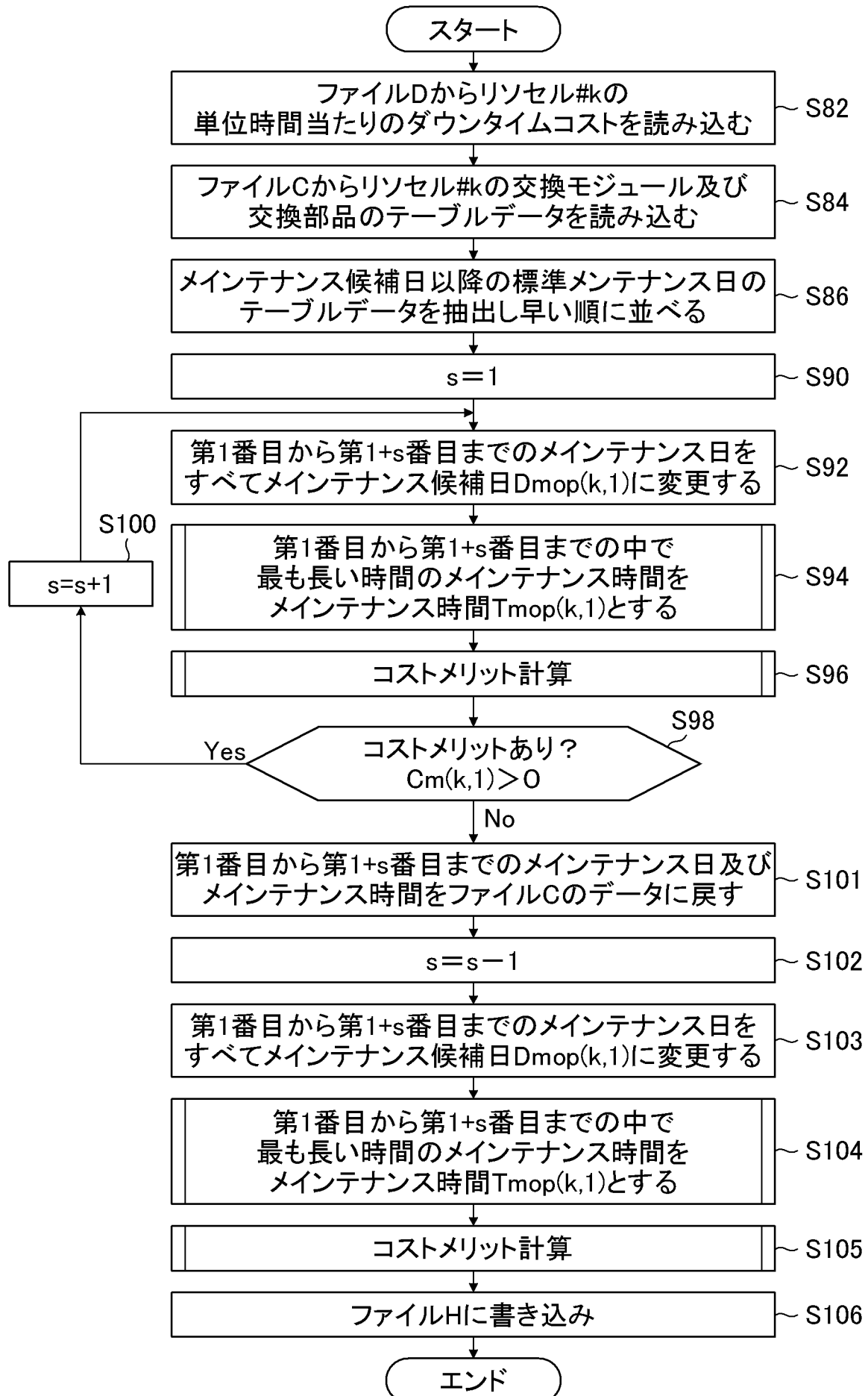
[図36]



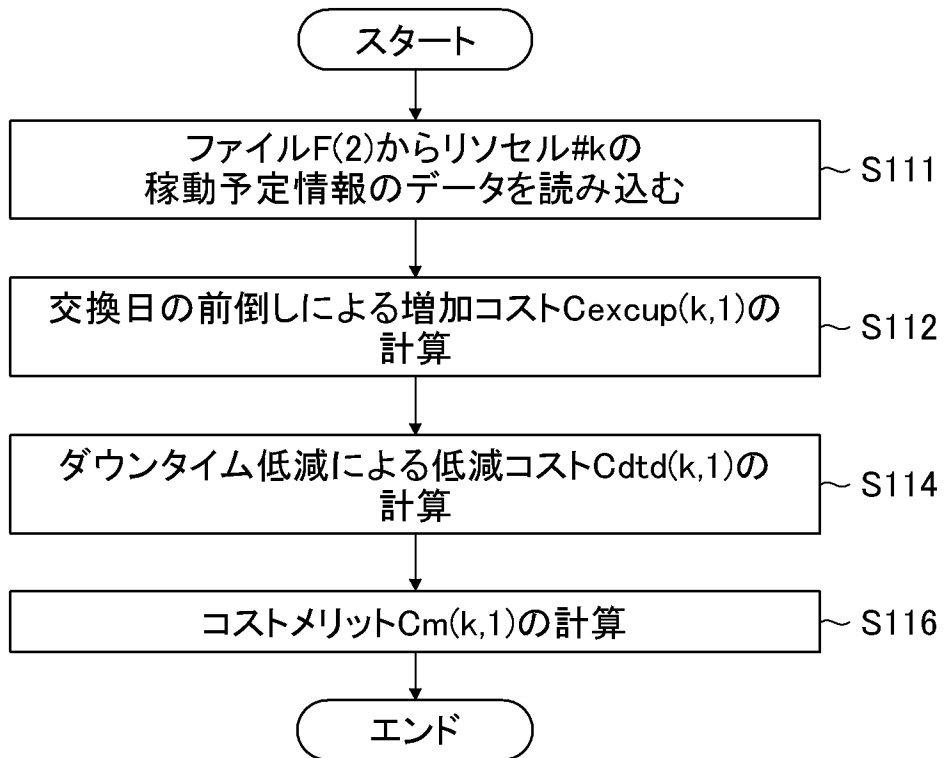
[図37]



[図38]



[図39]



[図40]

ファイルHのテーブルデータの例

標準 メインテ ナンス日の 早い順番q	リンセル#kの 装置	交換モジュール 又は 交換部品	標準 メインテ ナンス日 Dmds(k,l,m,u)	単体で 交換した場合の 標準 メインテ ナンス時間 Tmhs(k,l,m,u)	単位寿命 当たりの 交換コスト Cplife(k,l,m,u)	メインテ ナンス 候補日 Dmop	交換日の 前倒しによる 増加コスト Cexcup	メインテ ナンス 時間 Tmop	ダウン タイム 低減コスト Cddtd	コスト メリット Cm
1	露光装置(k)	ケミカル フィルタ	Dmds(k,2,1,4)	Tmhs(k,2,1,4)	Cplife(k,2,1,4)	Dmop(k,1)	Cexcup(k,1)	Tmop(k,1)	Cddtd(k,1)	Cm(k,1)
2	C/D装置(k)	基板回転 モジュール	Dmds(k,1,2,5)	Tmhs(k,1,2,5)	Cplife(k,1,2,5)					
3	レーザ装置(k)	狭帯域化 モジュール	Dmds(k,3,1,6)	Tmhs(k,3,1,6)	Cplife(k,3,1,6)					
4	レーザ装置(k)	レーザ チャンバ	Dmds(k,3,2,7)	Tmhs(k,3,2,7)	Cplife(k,3,2,7)					
5	露光装置(k)	照明光学系の 交換部品	Dmds(k,2,2,8)	Tmhs(k,2,2,8)	Cplife(k,2,2,8)					
6	C/D装置(k)	ウエハ搬送ライン 交換部品	Dmds(k,1,4,9)	Tmhs(k,1,4,9)	Cplife(k,1,4,9)					
7	レーザ装置(k)	フロントミラー	Dmds(k,3,4,10)	Tmhs(k,3,4,10)	Cplife(k,3,4,10)					
8	露光装置(k)	投影光学系の 交換部品	Dmds(k,2,3,11)	Tmhs(k,2,3,11)	Cplife(k,2,3,11)					
9	C/D装置(k)	ドレーン回収 モジュール	Dmds(k,1,3,12)	Tmhs(k,1,3,12)	Cplife(k,1,3,12)					

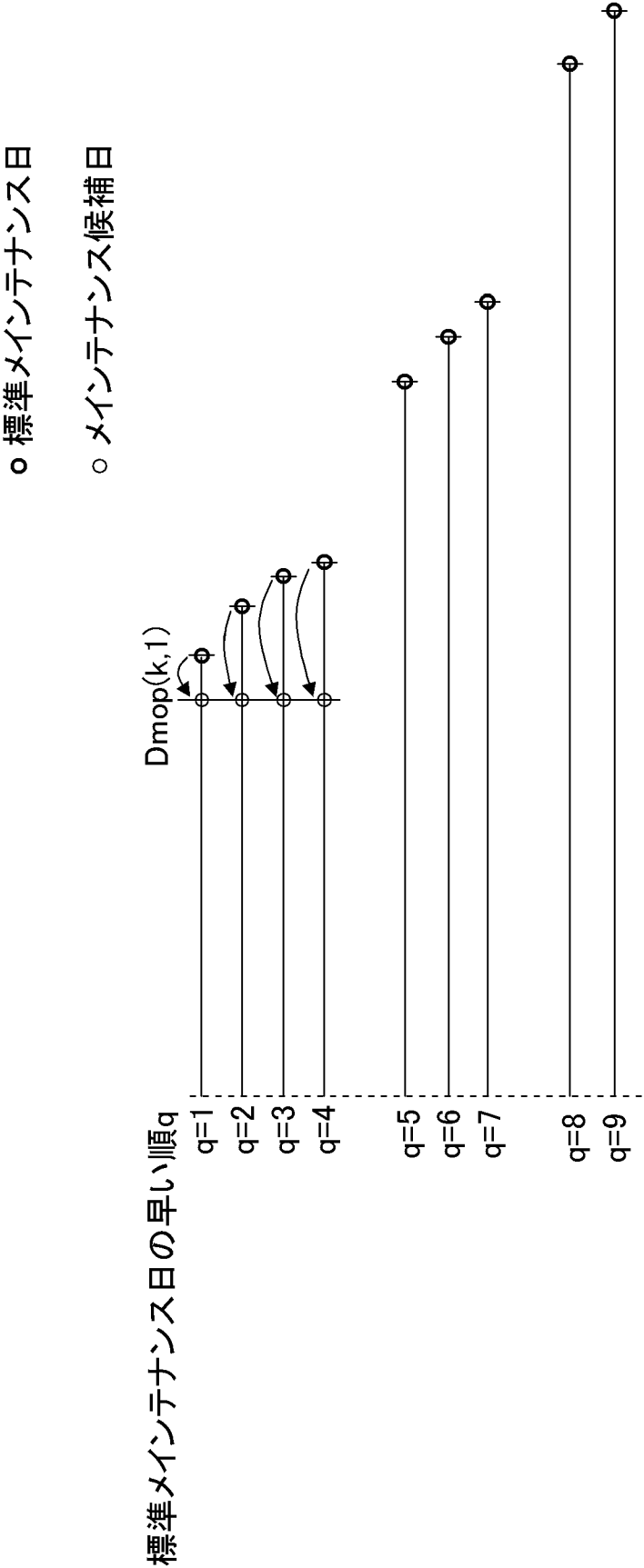
k:リンセル番号

l:装置の番号

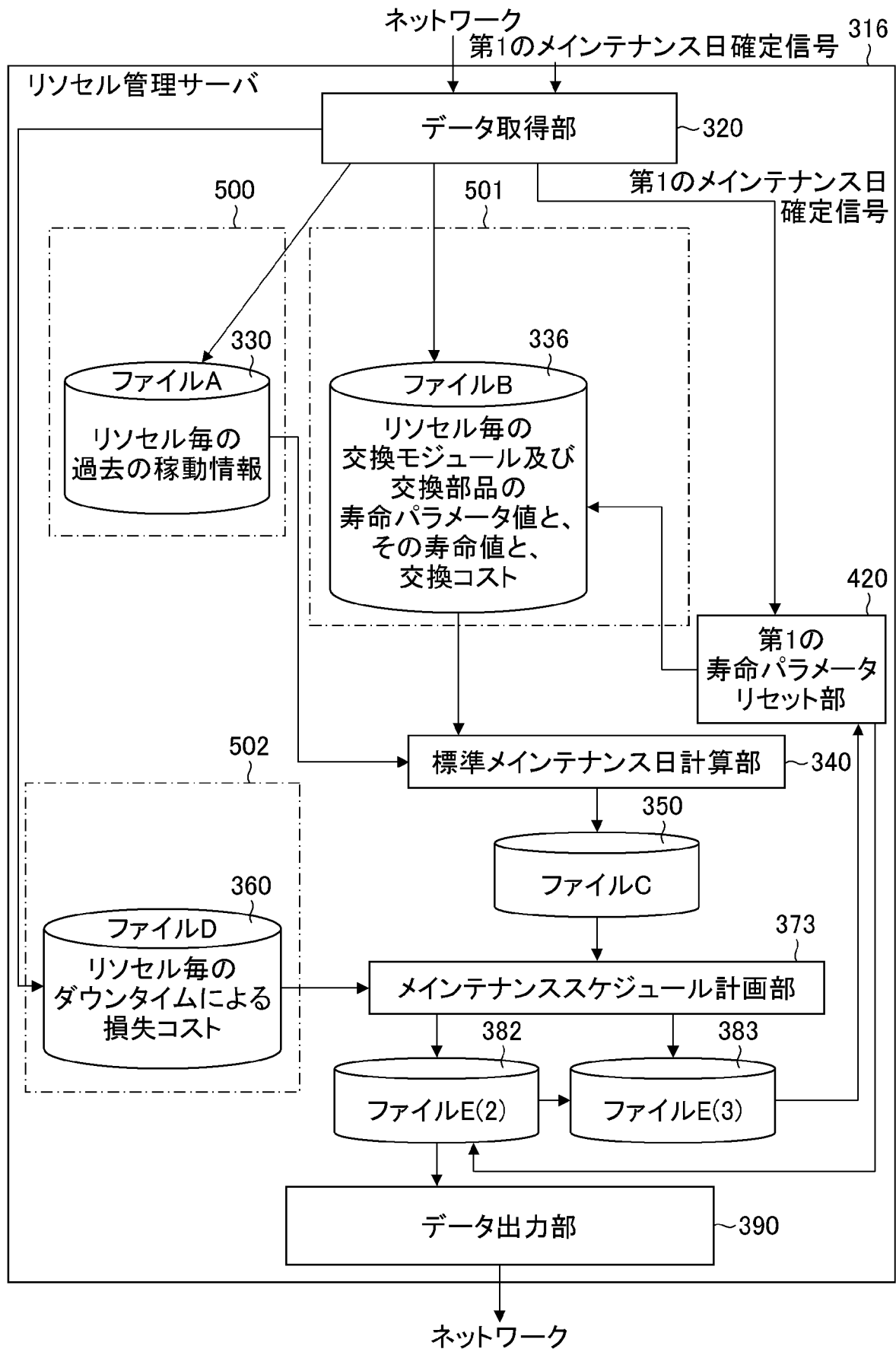
m:交換モジュール又は交換部品の番号

q:標準メンテナンス日がメンテナンス候補日以降であって標準メンテナンス日の早い順番

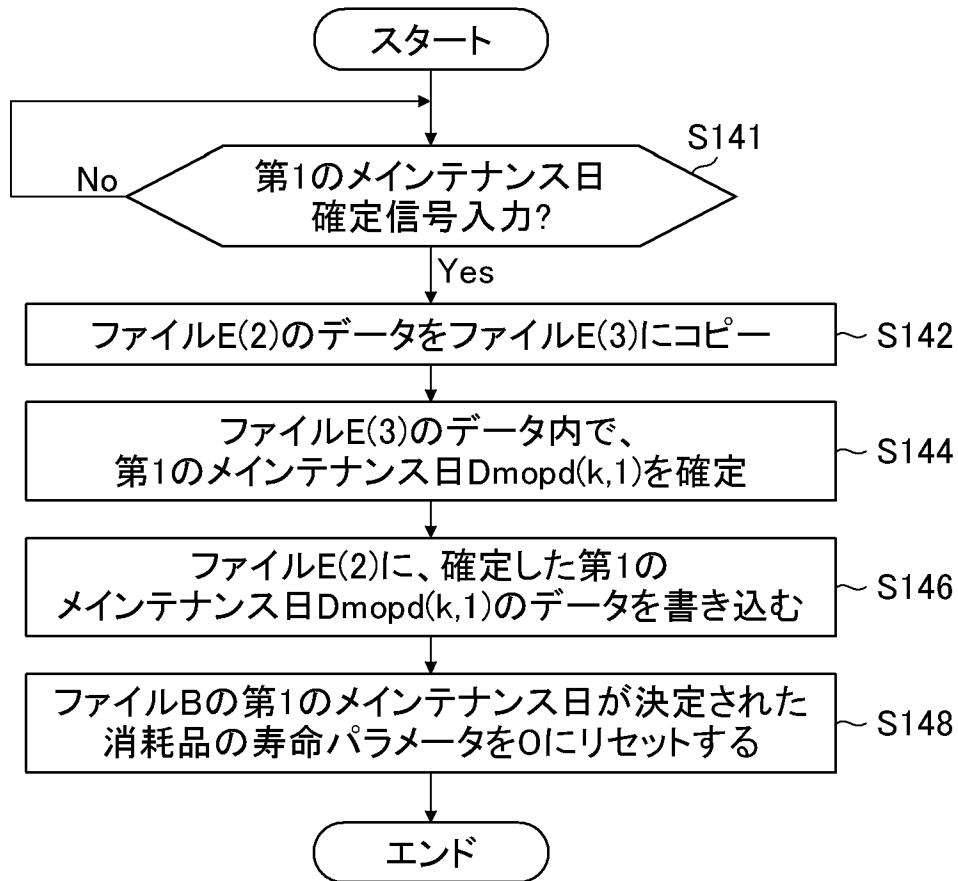
[図41]



[図42]



[図43]



[図44]

ファイルE(2)のテーブルデータの例

メインテナンス日の早い順番 u	リソセル# k の装置	交換モジュール又は交換部品	標準メンテナンス日 $D_{mids}(k, l, m, u)$	単体で交換した場合の標準メンテナンス時間 $T_{mhs}(k, l, m, u)$	単位寿命当たりの交換コスト $C_{plife}(k, l, m, u)$	最適メンテナンス日 $D_{mop}(k, v)$	交換日の前倒しによる増加コスト $C_{excup}(k, v)$	メンテナンス時間 $T_{mop}(k, v)$	ダウンタイム低減コスト $C_{dtd}(k, v)$	コストメリット $C_m(k, v)$
$u_d=1$	C/D装置(k)	ケミカルフィルタ	$D_{mids}(k, 1, 1, 1)$	$T_{mhs}(k, 1, 1, 1)$	$C_{plife}(k, 1, 1, 1)$	$D_{mop}(k, 1)$	$C_{excup}(k, 1)$	$T_{mop}(k, 1)$	$C_{dtd}(k, 1)$	$C_m(k, 1)$
$u_d=2$	レーザ装置(k)	モニタモジュール	$D_{mids}(k, 3, 3, 2)$	$T_{mhs}(k, 3, 3, 2)$	$C_{plife}(k, 3, 3, 2)$					
$u_d=3$	露光装置(k)	ウエハ搬送システム交換部品	$D_{mids}(k, 2, 4, 3)$	$T_{mhs}(k, 2, 4, 3)$	$C_{plife}(k, 2, 4, 3)$					
1	露光装置(k)	ケミカルフィルタ	$D_{mids}(k, 2, 1, 4)$	$T_{mhs}(k, 2, 1, 4)$	$C_{plife}(k, 2, 1, 4)$	$D_{mop}(k, 1)$	$C_{excup}(k, 1)$	$T_{mop}(k, 1)$	$C_{dtd}(k, 1)$	$C_m(k, 1)$
2	C/D装置(k)	基板回転モジュール	$D_{mids}(k, 1, 2, 5)$	$T_{mhs}(k, 1, 2, 5)$	$C_{plife}(k, 1, 2, 5)$					
3	レーザ装置(k)	狭帯域化モジュール	$D_{mids}(k, 3, 1, 6)$	$T_{mhs}(k, 3, 1, 6)$	$C_{plife}(k, 3, 1, 6)$					
4	レーザ装置(k)	レーザチャンバ	$D_{mids}(k, 3, 2, 7)$	$T_{mhs}(k, 3, 2, 7)$	$C_{plife}(k, 3, 2, 7)$	$D_{mop}(k, 2)$	$C_{excup}(k, 2)$	$T_{mop}(k, 2)$	$C_{dtd}(k, 2)$	$C_m(k, 2)$
5	露光装置(k)	照明光学系の交換部品	$D_{mids}(k, 2, 2, 8)$	$T_{mhs}(k, 2, 2, 8)$	$C_{plife}(k, 2, 2, 8)$					
6	C/D装置(k)	ウエハ搬送ライン交換部品	$D_{mids}(k, 1, 4, 9)$	$T_{mhs}(k, 1, 4, 9)$	$C_{plife}(k, 1, 4, 9)$					
7	レーザ装置(k)	フロントミラー	$D_{mids}(k, 3, 4, 10)$	$T_{mhs}(k, 3, 4, 10)$	$C_{plife}(k, 3, 4, 10)$	$D_{mop}(k, 3)$	$C_{excup}(k, 3)$	$T_{mop}(k, 3)$	$C_{dtd}(k, 3)$	$C_m(k, 3)$
8	露光装置(k)	投影光学系の交換部品	$D_{mids}(k, 2, 3, 11)$	$T_{mhs}(k, 2, 3, 11)$	$C_{plife}(k, 2, 3, 11)$					
9	C/D装置(k)	ドレイン回収モジュール	$D_{mids}(k, 1, 3, 12)$	$T_{mhs}(k, 1, 3, 12)$	$C_{plife}(k, 1, 3, 12)$					
10	C/D装置(k)	ケミカルフィルタ	$D_{mids}(k, 1, 1, 1)$	0	$C_{plife}(k, 1, 1, 1)$	合計	$C_{excup}(k)$	$T_{mop}(k)$	$C_{dtd}(k)$	$C_m(k)$
11	レーザ装置(k)	モニタモジュール	$D_{mids}(k, 3, 3, 2)$	0	$C_{plife}(k, 3, 3, 2)$					
12	露光装置(k)	ウエハ搬送システム交換部品	$D_{mids}(k, 2, 4, 3)$	0	$C_{plife}(k, 2, 4, 3)$					

k:リソセル番号

l:装置の番号

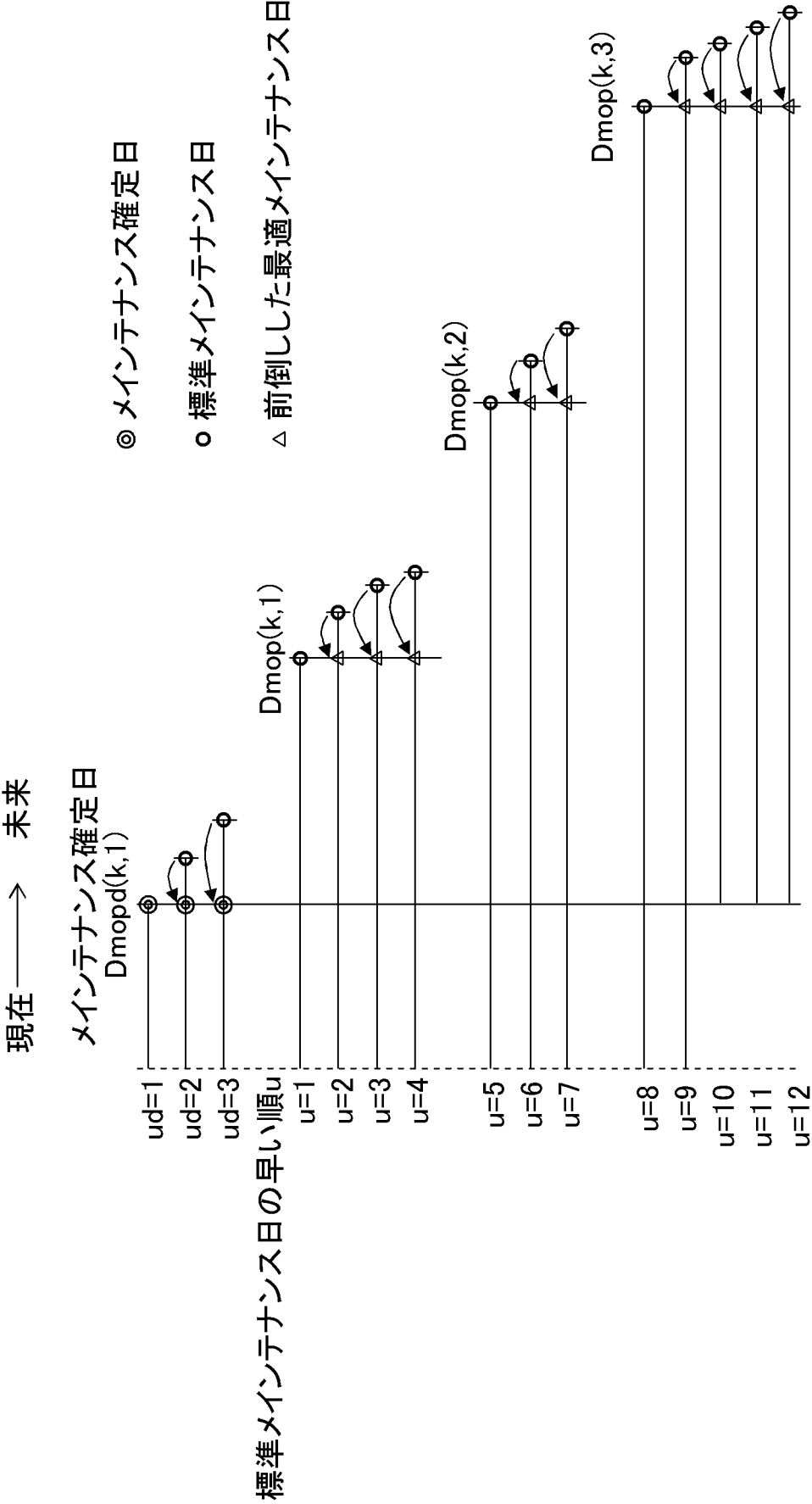
m:交換モジュール又は交換部品の番号

u:標準メンテナンス日の早い順番

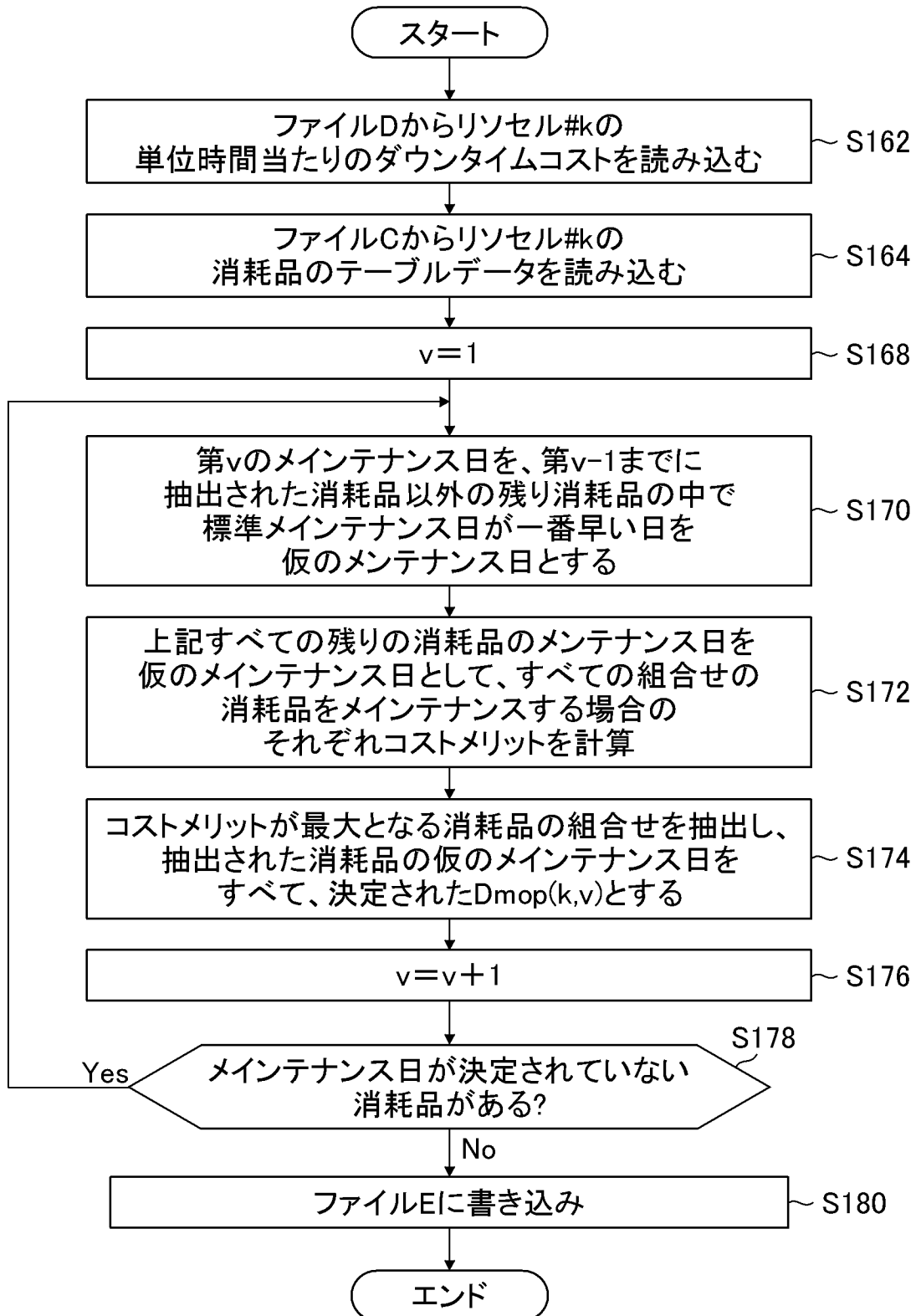
v:最適メンテナンス日の早い順番

ud:メンテナンス日が決定した部品

[図45]



[図46]



[図47]

監視パラメータの例

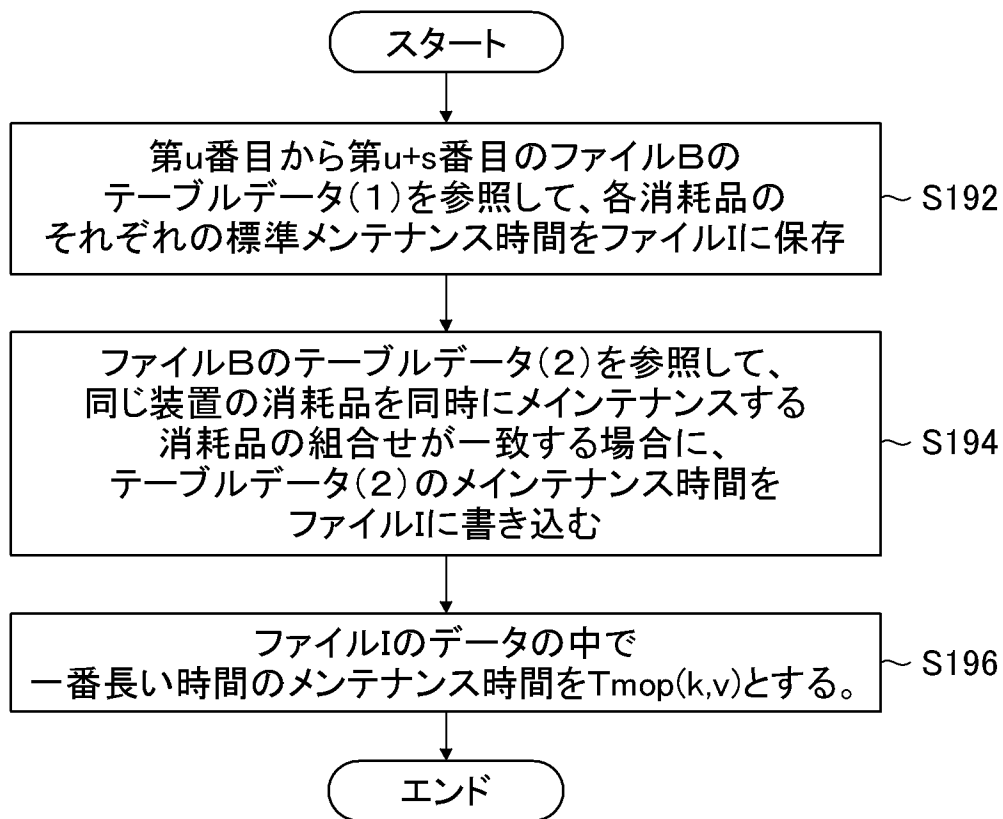
装置	交換モジュール又は交換部品	寿命パラメータ	監視パラメータの例
C/D装置(k) l=1	ケミカルフィルタ m=1	交換してからの動作時間	不純物濃度
	基板回転モジュール m=2	交換してからのウエハ処理枚数	基板の回転回数
	ドレイン回収モジュール m=3	交換してからのウエハ処理枚数	レジストの使用量
	ウエハ搬送ライン交換部品 m=4	交換してからのウエハ処理枚数	ウエハの搬送回数
露光装置(k) l=2	ケミカルフィルタ m=1	交換してからの動作時間	不純物濃度
	照明光学系の交換部品 m=2	交換してからの露光パルス数	照明光学系の透過率
	投影光学系の交換部品 m=3	交換してからの露光パルス数	投影光学系の透過率
	ウエハ搬送システム交換部品 m=4	交換してからのウエハ処理枚数	ウエハの搬送回数
レーザ装置(k) l=3	狭帯域化モジュール(LNM) m=1	交換してからの発振パルス数	スペクトル線幅、波長安定性
	レーザチャンバ(CH) m=2	交換してからの発振パルス数	チャンバガス圧、充電電圧、エネルギー安定性
	モニタモジュール(MM) m=3	交換してからの発振パルス数	光センサの感度劣化度
	フロントミラー m=4	交換してからの発振パルス数	ビームプロファイル劣化面積

k:リソセル番号

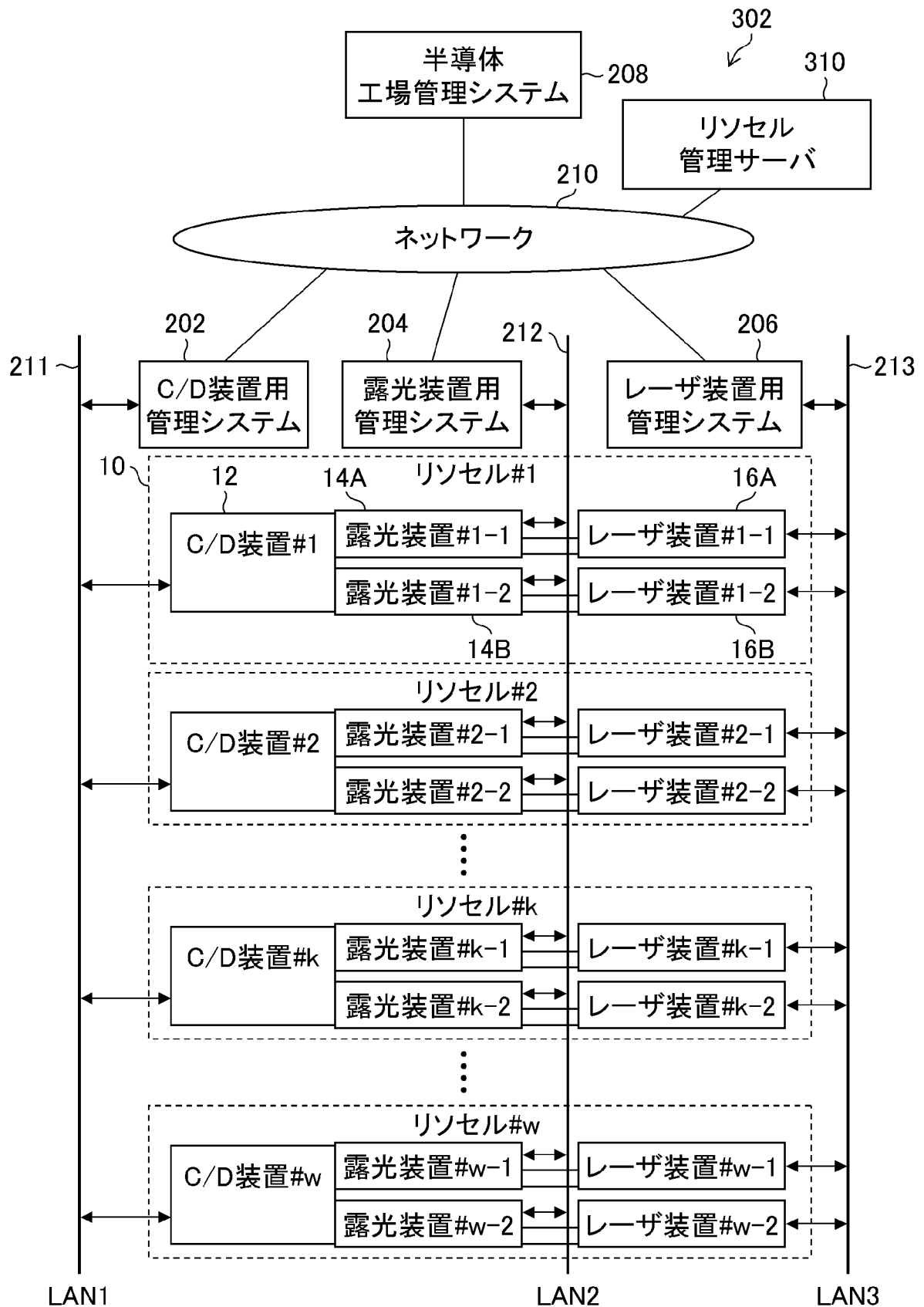
l:装置の番号

m:交換モジュール又は交換部品の番号

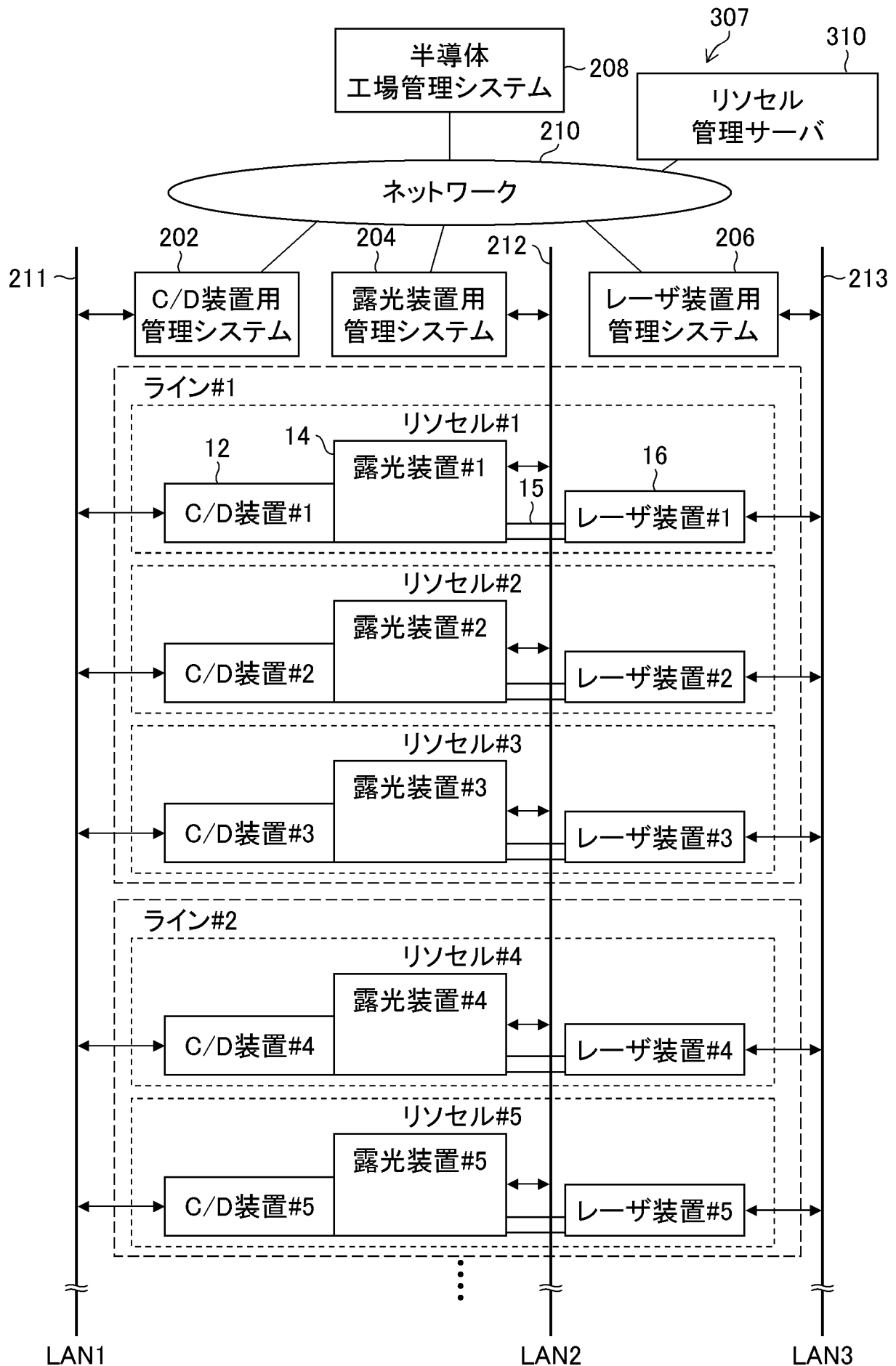
[図48]



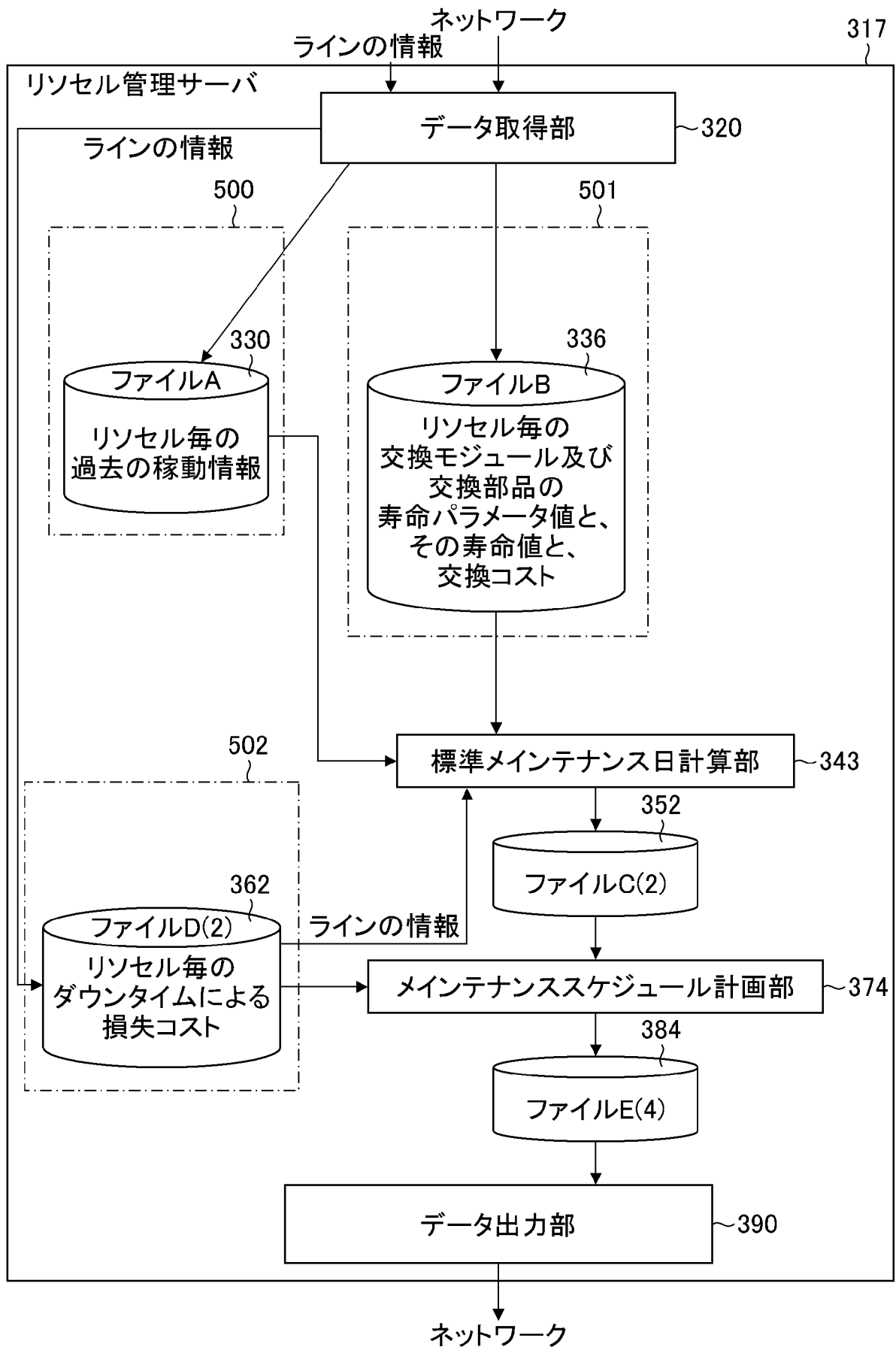
[図49]



[図50]



[図51]

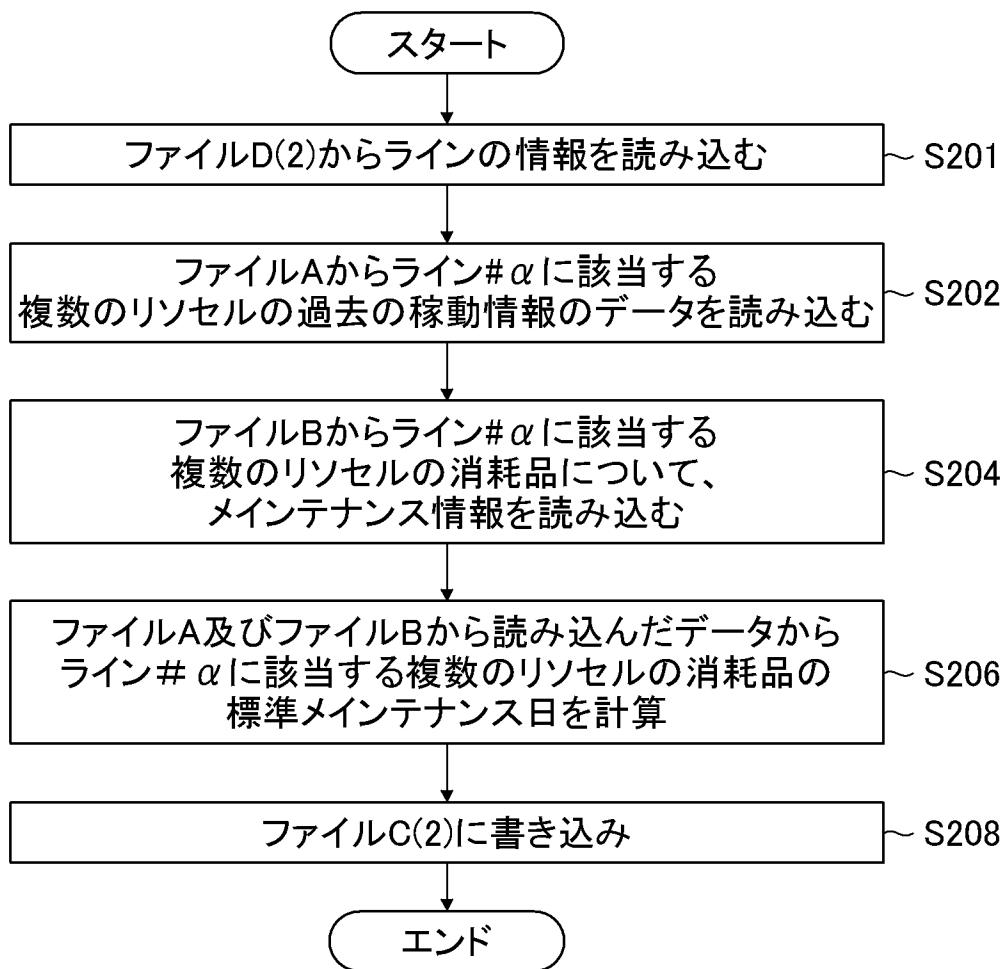


[図52]

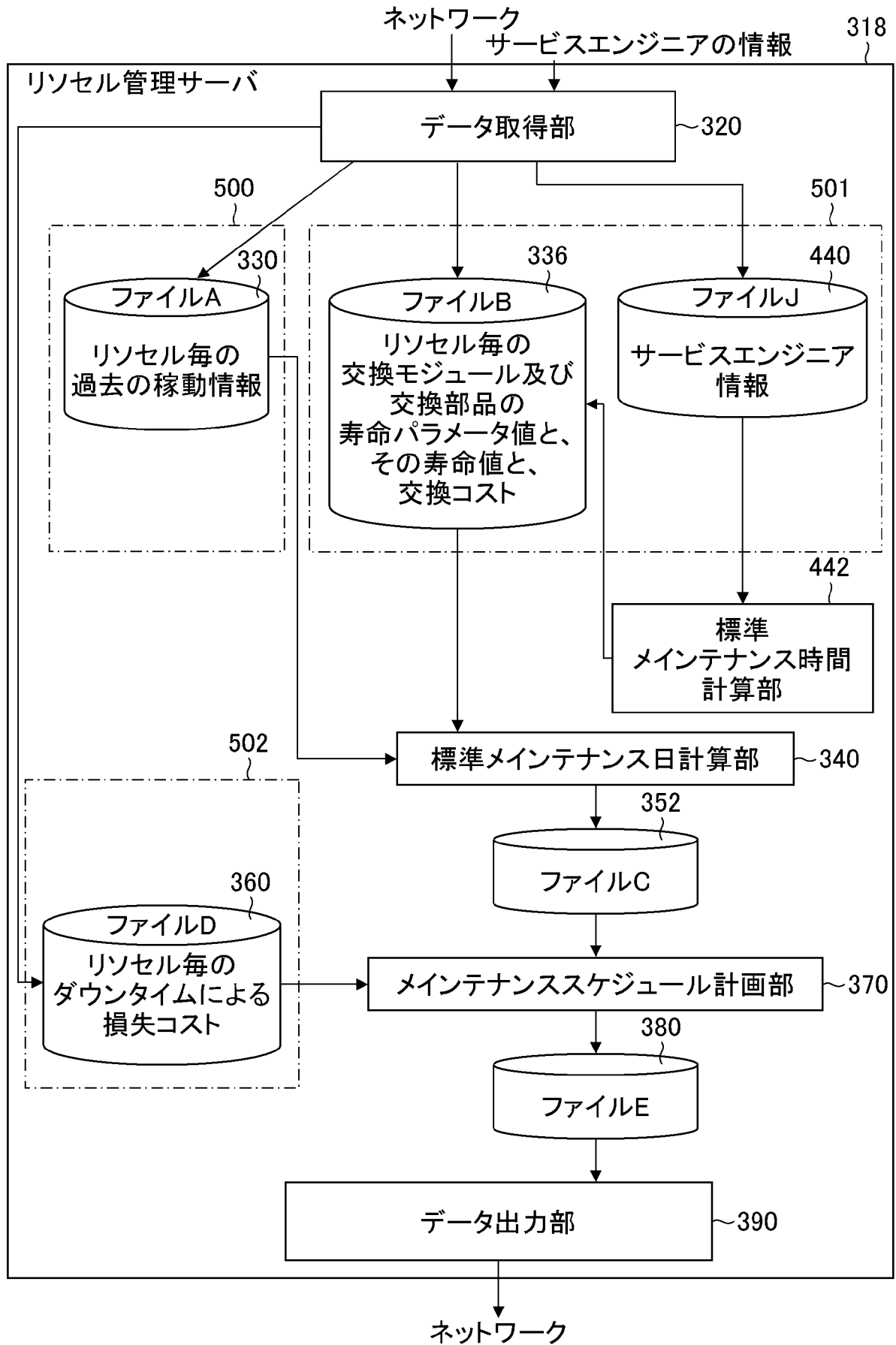
ファイルD(2)のテーブルデータの例

ラインNo.	リソセルNo.	単位時間当たりの ダウンタイムによる損失コスト
ライン#1	リソセル#1	Cdt(1)
	リソセル#2	Cdt(2)
	リソセル#3	Cdt(3)
ライン#2	リソセル#4	Cdt(4)
	リソセル#5	Cdt(5)
・	・	・
・	・	・
ライン# α	リソセル#k-1	Cdt(k-1)
	リソセル#k	Cdt(k)
	リソセル#k+1	Cdt(k+1)
・	・	・
ライン# β	リソセル#m-1	Cdt(m-1)
	リソセル#m	Cdt(m)

[図53]



[図54]

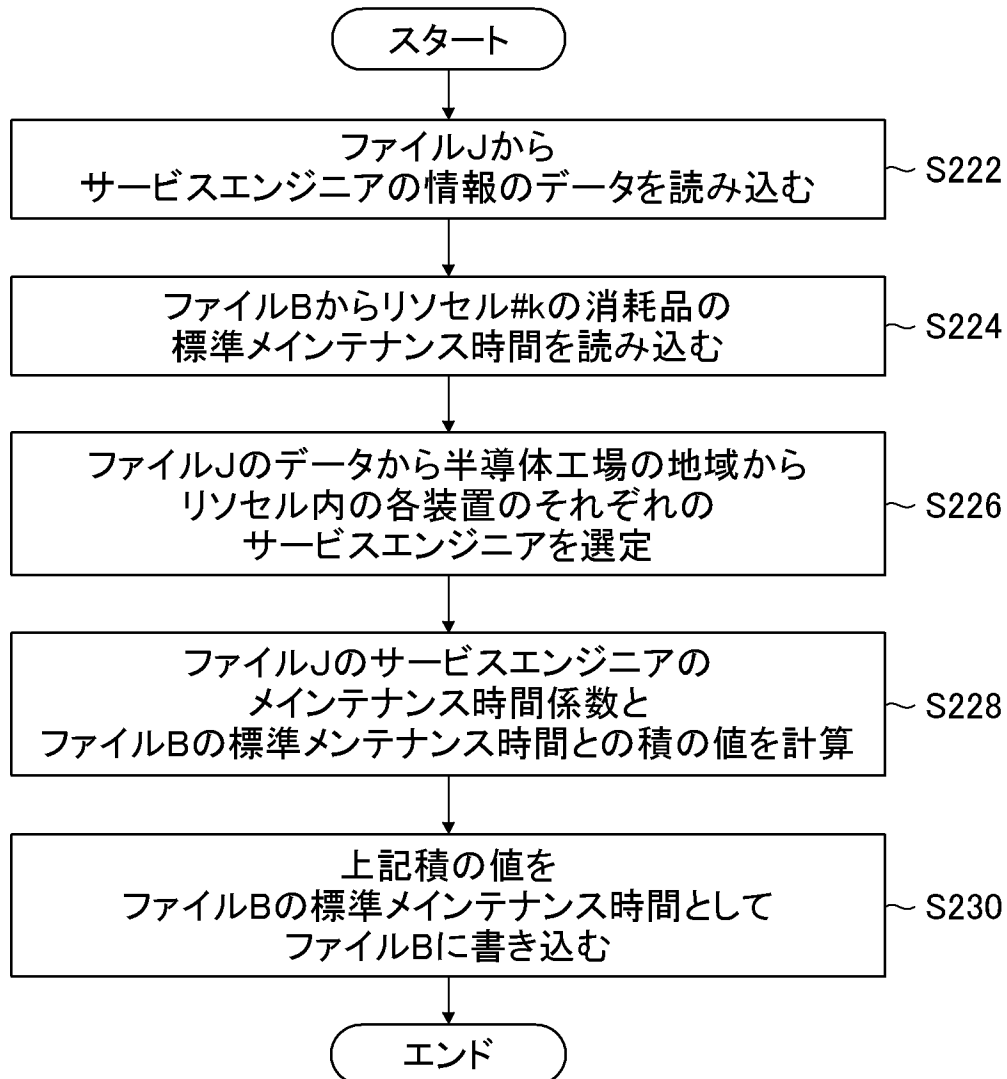


[図55]

ファイルJのテーブルデータの例

装置	サービスエンジニア	メンテナンス時間係数	メンテナンス可能地域の範囲
C/D装置	サービスエンジニア#1	γ (1)	L (1)
	サービスエンジニア#2	γ (2)	L (2)
	サービスエンジニア#3	γ (3)	L (3)
	サービスエンジニア#4	γ (4)	L (4)
露光装置	サービスエンジニア#5	γ (5)	L (1)
	サービスエンジニア#6	γ (6)	L (2)
	サービスエンジニア#7	γ (7)	L (3)
	サービスエンジニア#8	γ (8)	L (4)
レーザ装置	サービスエンジニア#9	γ (9)	L (1)
	サービスエンジニア#10	γ (10)	L (2)
	サービスエンジニア#11	γ (11)	L (3)
	サービスエンジニア#12	γ (12)	L (4)

[図56]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/029808

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G03F7/20 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G03F7/20-7/24, 9/00-9/02, H01L21/30, 21/027, 21/46

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/025302 A1 (NIKON CORP.) 09 March 2006, paragraphs [0024], [0040], [0163], [0170], [0182]-[0185], fig. 1, 4 & US 2007/0252966 A1, paragraphs [0024], [0045], [0167], [0174], [0186]-[0189], fig. 1, 4 & KR 10-2007-0048697 A	1-20
Y	JP 2013-179109 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 09 September 2013, claims 2, 4, paragraphs [0022], [0023], fig. 1 (Family: none)	1-20
Y	JP 2012-253383 A (GIGAPHOTON INC.) 20 December 2012, paragraph [0002] & US 6697695 B1, column 1, lines 12-23	5-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15.10.2018

Date of mailing of the international search report
23.10.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/029808

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-22962 A (CANON INC.) 24 January 2003, entire text, all drawings & US 2003/0013213 A1, entire text, all drawings	1-20
A	JP 2009-199596 A (TOSHIBA CORP.) 03 September 2009, entire text, all drawings & US 2009/0210278 A1, entire text, all drawings	1-20
A	JP 2009-76580 A (NIKON CORP.) 09 April 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03F7/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03F7/20-7/24, 9/00-9/02, H01L21/30, 21/027, 21/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2006/025302 A1（株式会社ニコン） 2006.03.09, [0024]、[0040]、[0163]、[0170]、 [0182]-[0185]、図1、4 & US 2007/0252966 A1 [0024]、[0045]、[0167]、[0174]、 [0186]-[0189]、Figs.1, 4 & KR 10-2007-0048697 A	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.10.2018

国際調査報告の発送日

23.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田口 孝明

2G

6002

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-179109 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2013.09.09, [請求項2], [請求項4], [0022]–[0023]、 図1 (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 2012-253383 A (ギガフォトン株式会社) 2012.12.20, [0002] & US 6697695 B1 column1 lines12-23	5-6
A	JP 2003-22962 A (キヤノン株式会社) 2003.01.24, 全文, 全図 & US 2003/0013213 A1 全文, 全図	1-20
A	JP 2009-199596 A (株式会社東芝) 2009.09.03, 全文, 全図 & US 2009/0210278 A1 全文, 全図	1-20
A	JP 2009-76580 A (株式会社ニコン) 2009.04.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20