

元気が出る原価管理システム紹介

一橋大学大学院商学研究科

尾畑 裕

目次

- 1. はじめに
- 2. PSLXとは何か
- 3. 元気の出る原価管理システム構築手順
- 4. 工程の理解
- 5. オブジェクト図
- 6. システムイメージ
- 7. システムのメリット特徴
- 8. 今後の課題

1. はじめに

半導体産業に適した 「元気が出る原価管理システム」 のプロトタイプ構築

- JEITA・STRJと一橋大学尾畑研究室との共同プロジェクト
- オブジェクト指向原価計算のモデルを使って半導体前工程の原価管理システムのモデルを構築

元気のでる原価管理システム

- エンジニアの活動の財務的な成果を事前に予測することができる
- 経営者が、エンジニアの活動を正當に評価できる
- ベースのモデルはPSLXのモデルを拡張

2 . PSLXとは

PSLXコンソーシアム

PSLXコンソーシアムのページ

<http://www.pslx.org/>

PSLXコンソーシアム

インターネット上での利用を前提とした、生産
計画・スケジューリングの標準化を行う非営
利団体

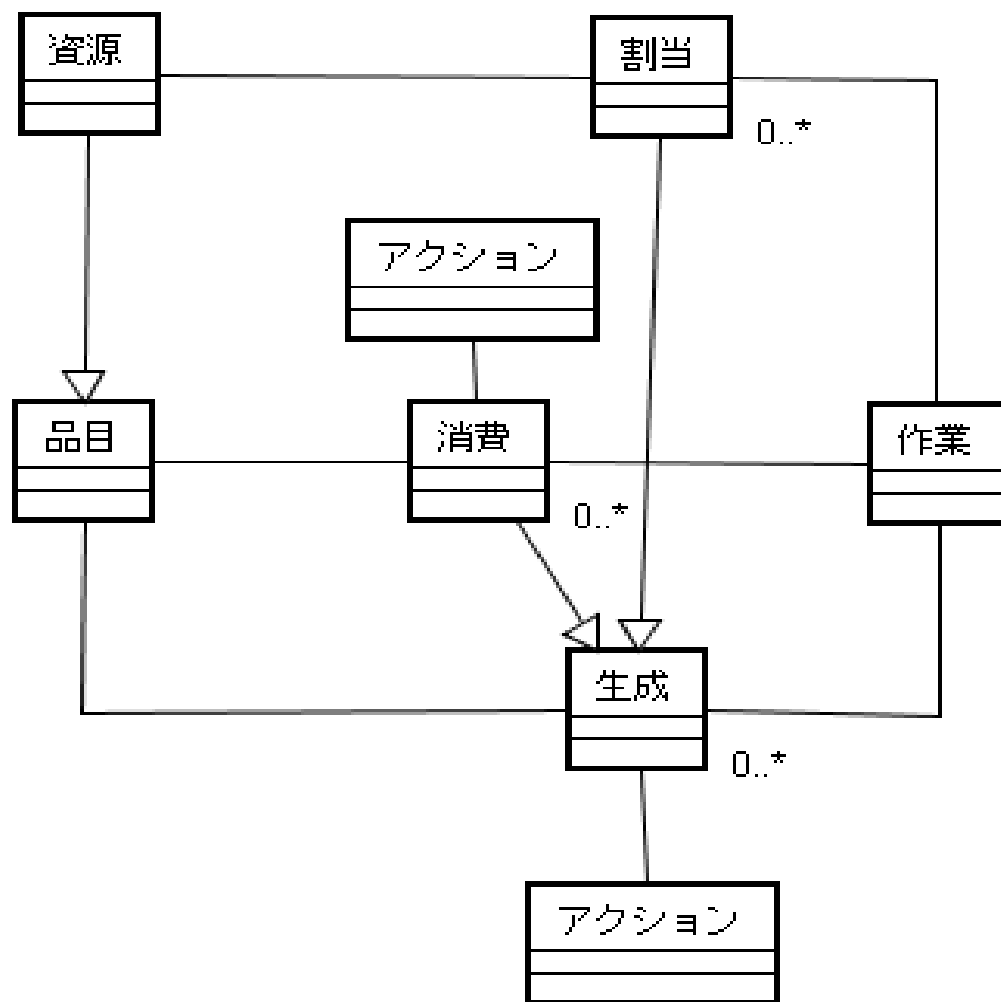
PSLXの ドメイン・オブジェクト・モデル

PSLXにおけるドメイン・オブジェクト・モデル
を拡張して、原価計算用ドメイン・オブジェクト
・モデルを構築

PSLXのドメイン・オブジェクト・モデル の基本形

- 作業が中心となって、作業が品目を消費し、作業が品目を生成すると考える。
- そして、作業には、資源（設備および作業者）が割り当てられる。
- 生成されるのは、具体的な品目であり、段取作業のように、なにも生成しない作業もある

PSLXのドメインオブジェクト(中心部分)



アクションが数量情報をもつ(在庫を増減させるという意味)

3. 元気が出る原価管理 システム」構築手順

「元気が出る原価管理システム」構築手順

1. 半導体製造ラインの工程理解
2. PCDT (JEITA) のサンプルデータを
3. ドメイン・オブジェクトモデルの構築
4. ユーザー・インターフェ이스の模索
5. プロトタイプの構築

4 . 工程の理解

半導体製造ラインの工程例 (JEITA提供)

大工程の例

M2_層間膜形成

M2_Via露光

M2_Via加工

M2_ILD露光

M2_ILD加工

M2_メタル形成

M2_メタル研磨

M2_電気的特性検査

M2_層間膜形成

大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_層間膜形成	ウェハ洗浄	洗浄装置A	レシピ1
	ハードマスク成膜	プラズマCVD装置A	レシピ1
	膜厚検査	膜厚測定器A	レシピ1
	Low-K塗布	塗布装置A	レシピ1
	キュア	アニール装置A	レシピ1
	膜厚検査	膜厚測定器A	レシピ1
	外観検査	外観検査装置A	レシピ1
	ハードマスク成膜	プラズマCVD装置B	レシピ1
	膜厚検査	膜厚測定器A	レシピ1

M2_Via露光

大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_Via露光	露光・現像	インライン露光装置A	レシピ1
	寸法検査	電子顕微鏡A	レシピ1
	合せ検査	合せ検査装置A	レシピ1
	外観検査	外観検査装置A	レシピ2

M2_Via加工

大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_Via加工	エッチング1	ドライエッチ装置A	レシピ1
	エッチング2	ドライエッチ装置B	レシピ1
	レジスト剥離1	アッシング装置A	レシピ1
	レジスト剥離2	洗浄装置B	レシピ1
	外観検査	外観検査装置A	レシピ3
	寸法検査	電子顕微鏡A	レシピ1

M2_ILD露光

大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_ILD露光	露光・現像	インライン露光装置A	レシピ2
	寸法検査	電子顕微鏡A	レシピ2
	合せ検査	合せ検査装置A	レシピ2
	外観検査	外観検査装置A	レシピ2

M2_ILD加工

大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_ILD加工	エッチング1	ドライエッチ装置B	レシピ2
	エッチング2	ドライエッチ装置A	レシピ2
	エッチング3	ドライエッチ装置B	レシピ3
	レジスト剥離1	アッシング装置A	レシピ2
	レジスト剥離2	洗浄装置B	レシピ2
	エッチ検査	原子間力式顕微鏡A	レシピ1
	寸法検査	電子顕微鏡A	レシピ2
	外観検査	外観検査装置A	レシピ2

M2_メタル形成

大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_メタル形成	ウェハ洗浄	洗浄装置A	レシピ2
	バリアシード膜形成	メタルCVD装置A	レシピ1
	配線膜形成	めっき装置A	レシピ1

M2_メタル研磨

大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_メタル研磨	メタル研磨	CMP装置A	レシピ1
	ウェハ洗浄	洗浄装置A	レシピ3
	寸法検査	電子顕微鏡A	レシピ3
	外観検査	外観検査装置A	レシピ2
	キュア	アニール装置B	レシピ1

M2_メタル研磨

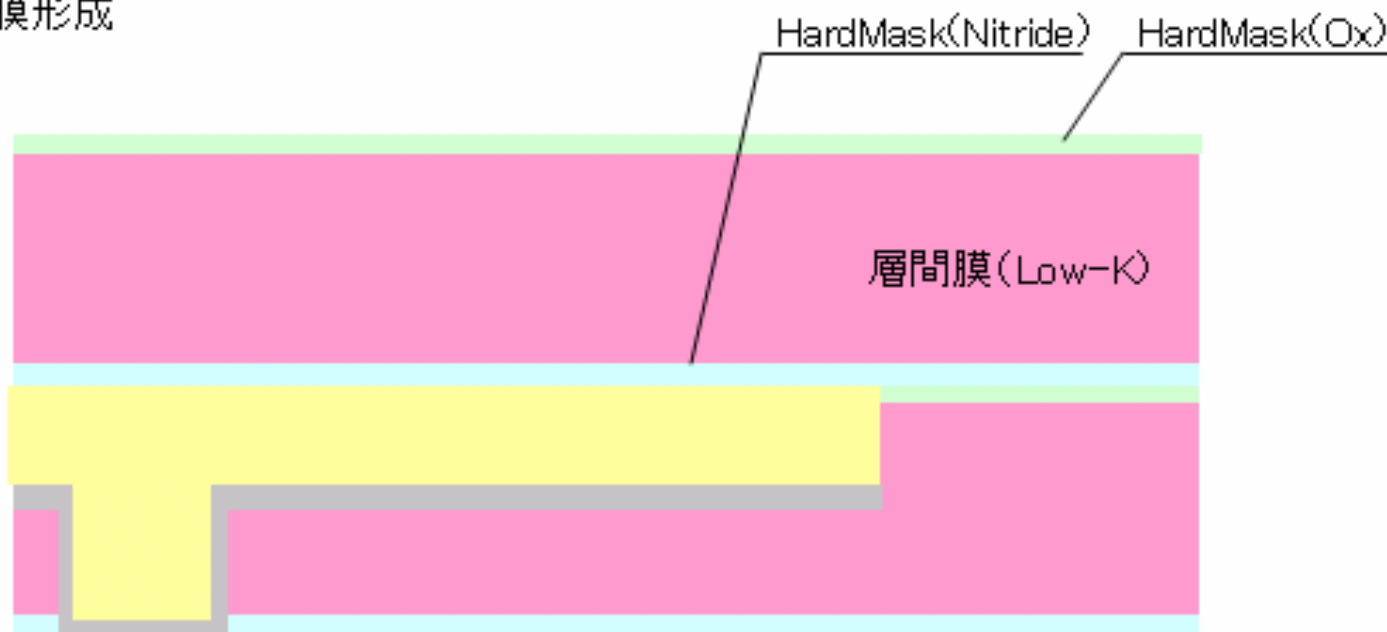
大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_電気的特性検査	PARM_TEST	マイクロプローブ装置 A	レシピ1

サンプル工程を図で示す (JEITA提供)



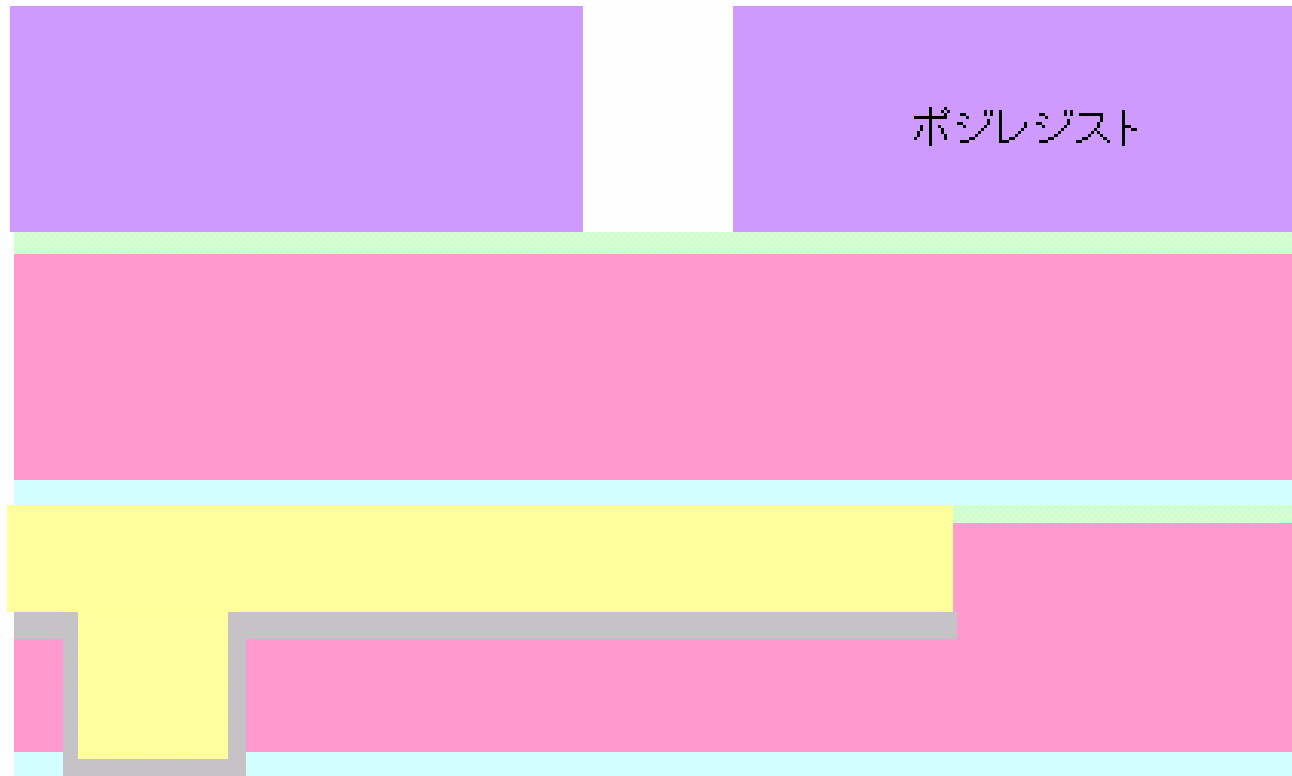
層間膜形成

層間膜形成



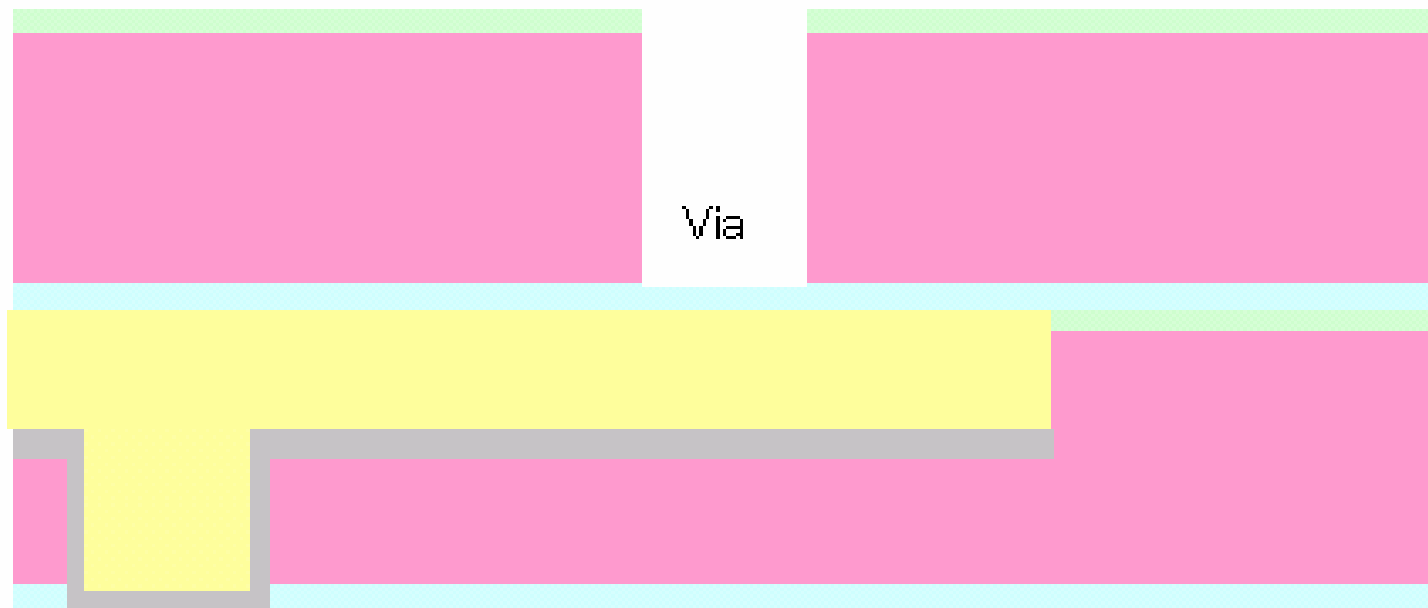
M2_Via露光

M2_Via露光



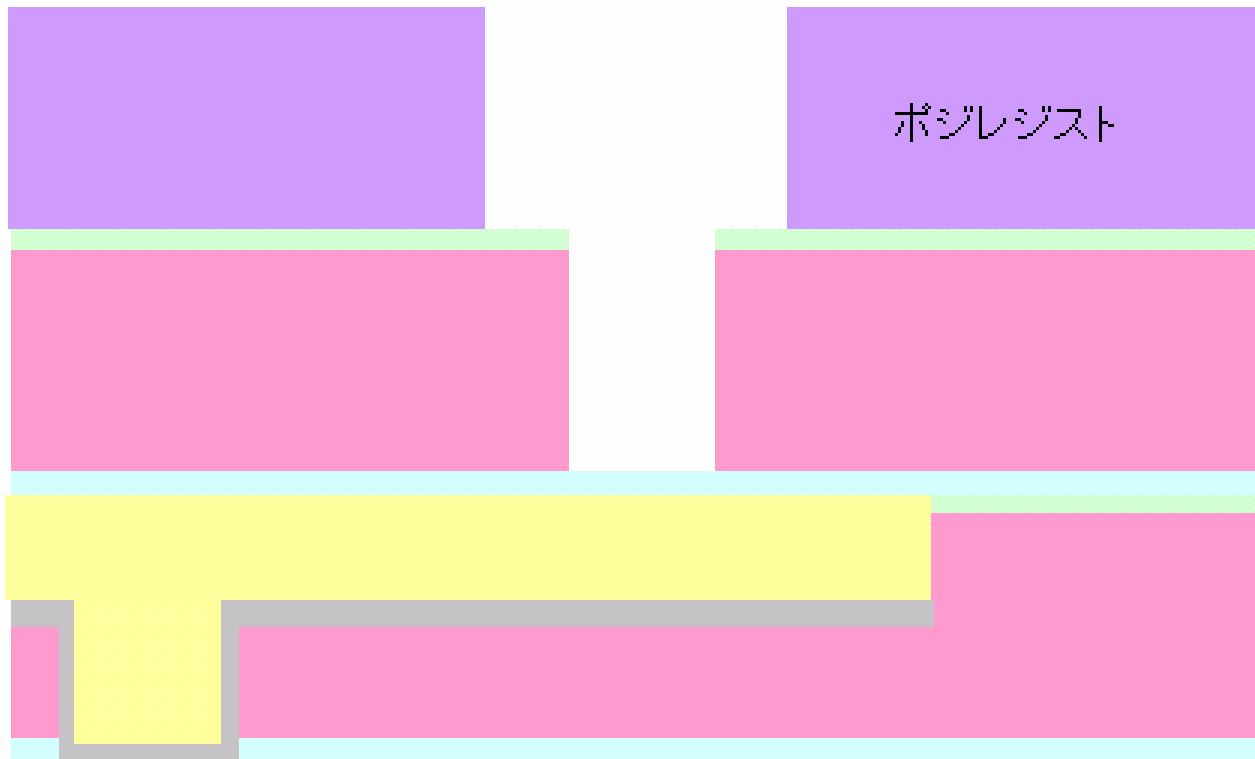
M2_Via加工

M2_Via加工



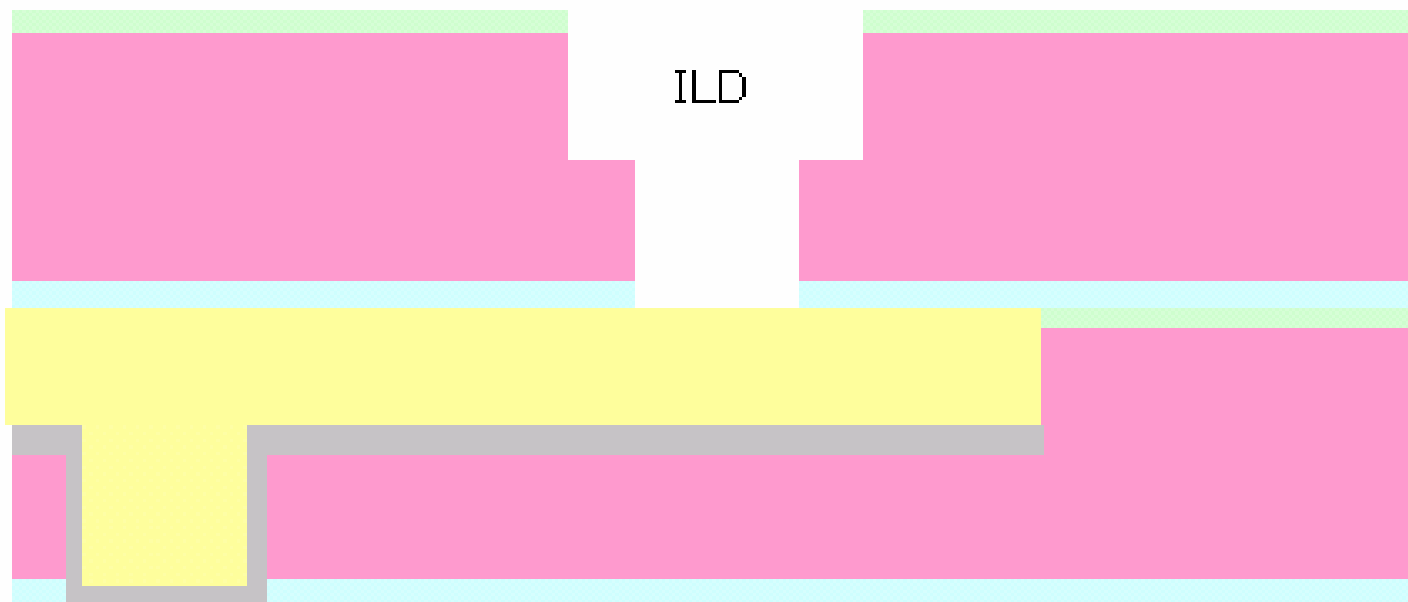
M2 ILD露光

M2_ILD露光



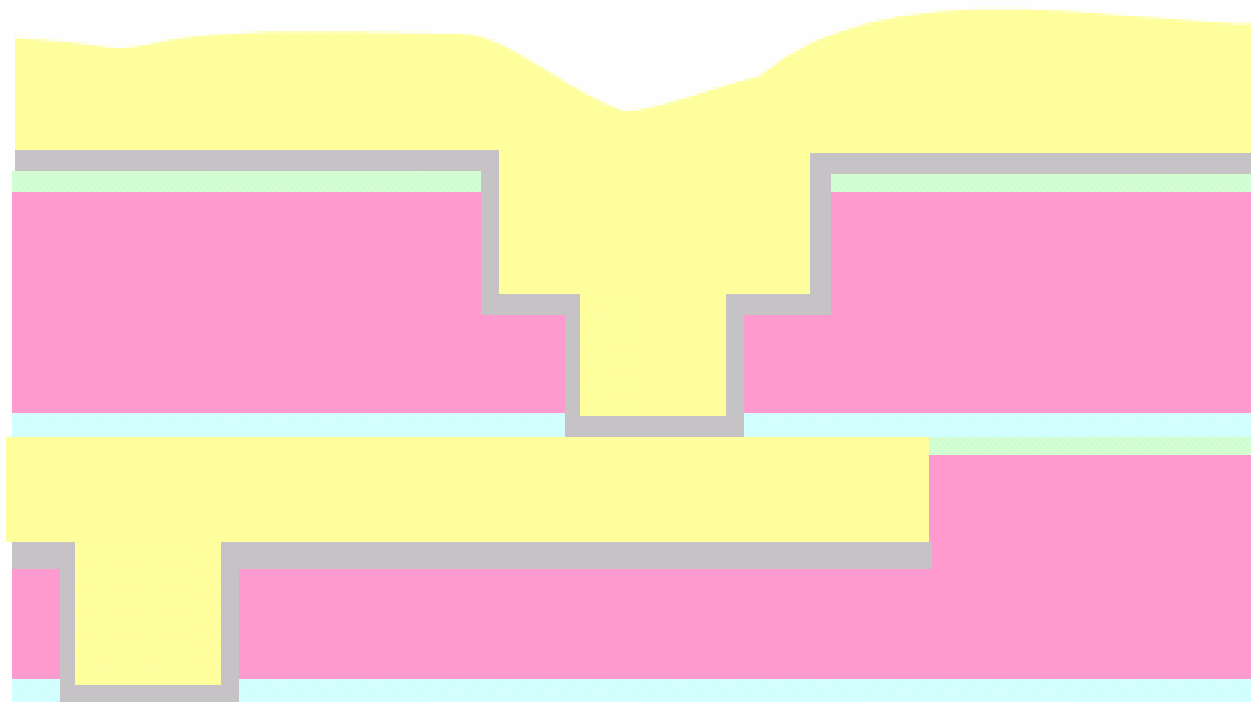
M2_ILD加工

M2_ILD加工



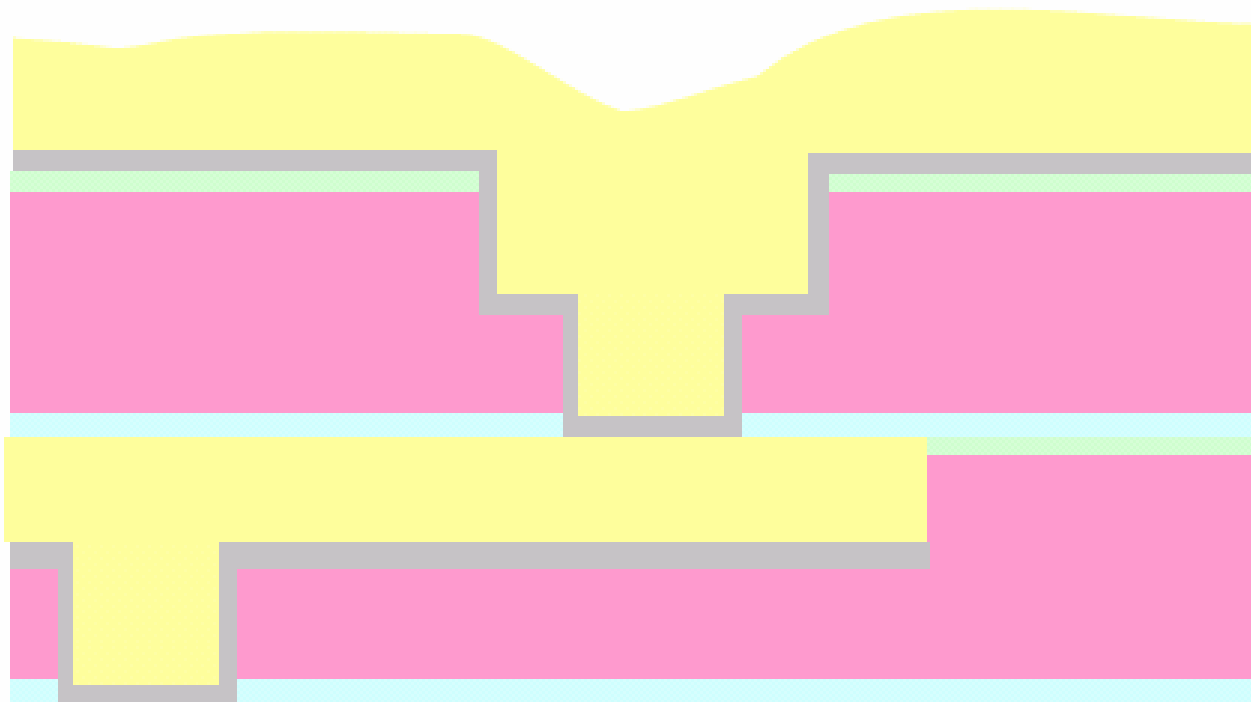
M2_メタル形成

M2_メタル形成



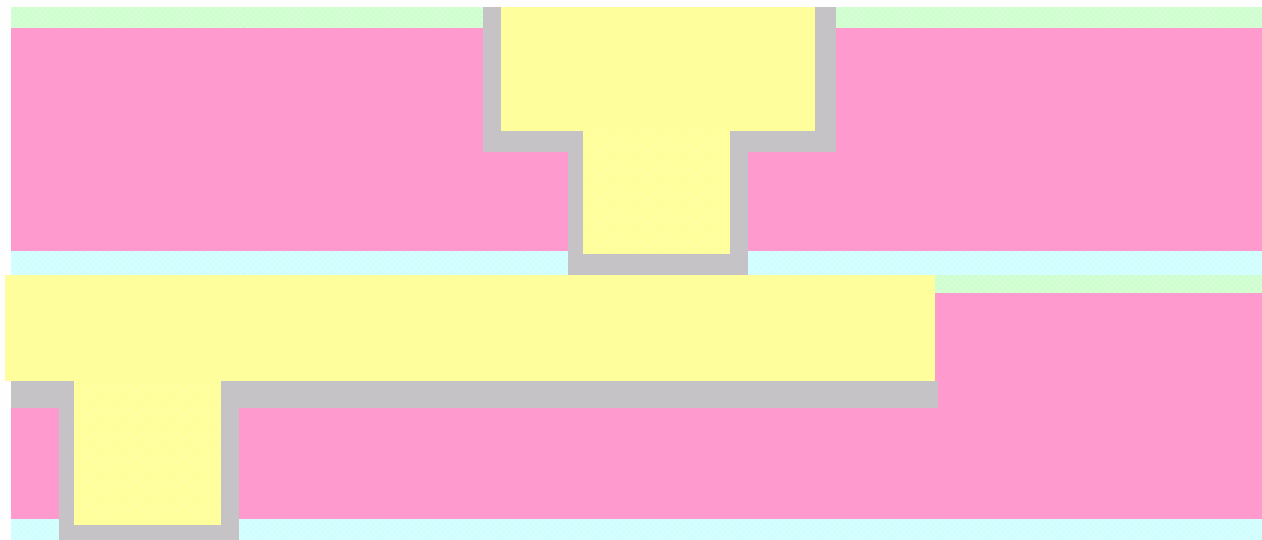
M2_メタル形成

M2_メタル形成



M2_メタル研磨

M2_メタル研磨



5 . オブジェクト図による例示 (JEITA提供データによる)

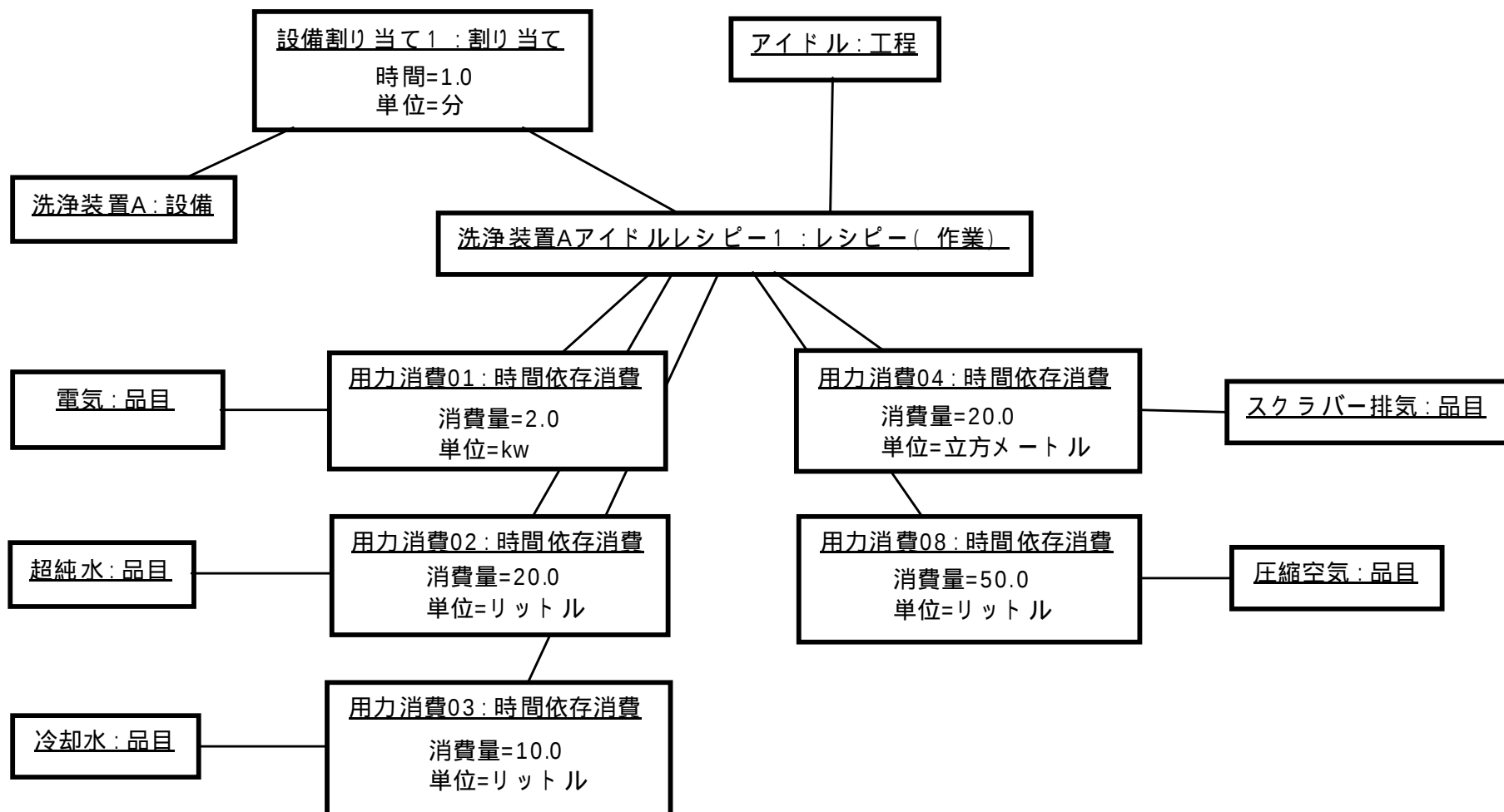
PCDTデータ (JEITA提供)

- PCDT(Process Cost Design Tool)
Rev1.03bランタイム版 Copyright:セイコーエプソン(株) 用で読み込めるデータの形式で、
JEITAより、サンプルデータの提供を受けた。
- 以下、M2_層間膜形成を例にオブジェクト図
を作成

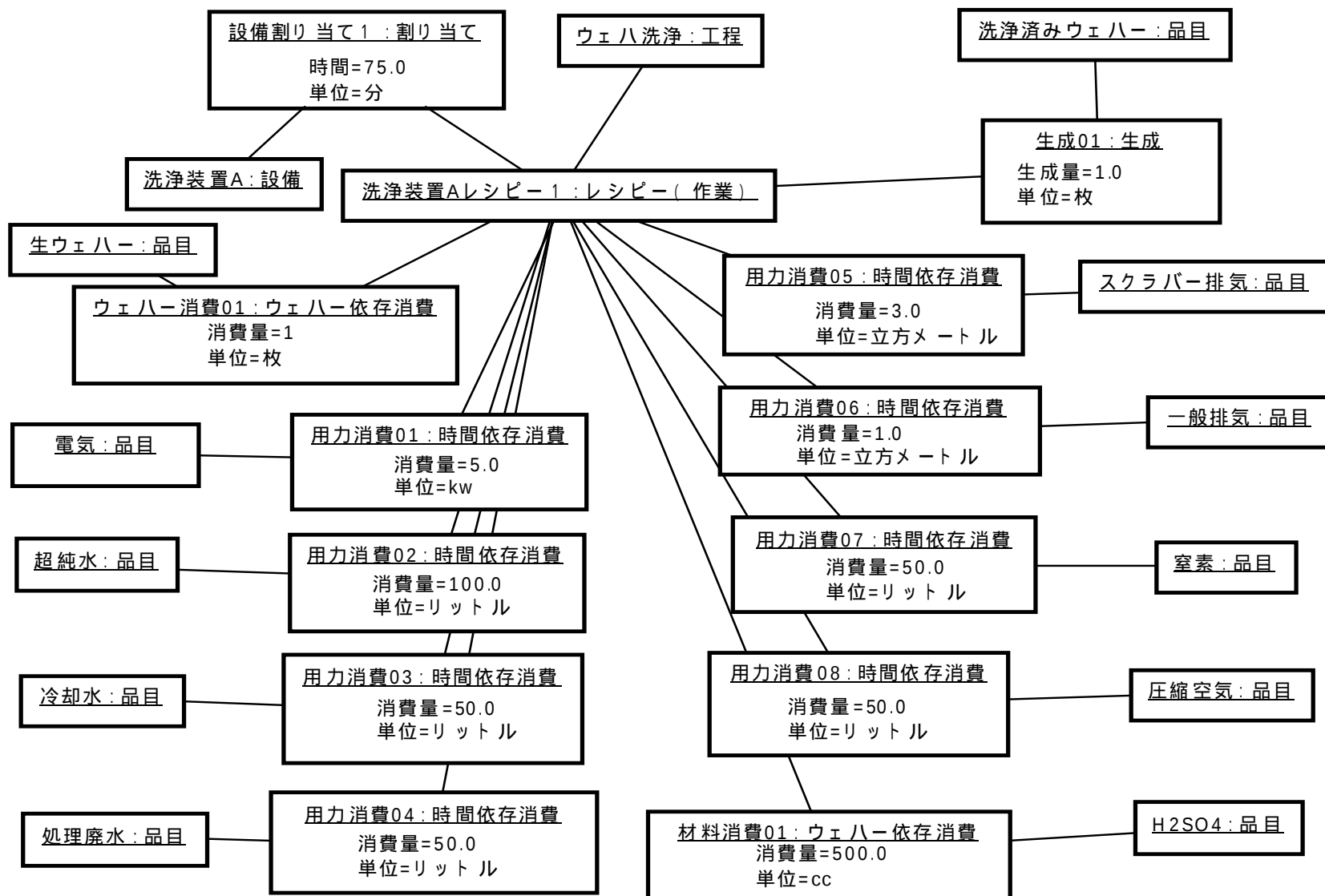
M2_層間膜形成を例に オブジェクト図を作成

大工程	小工程	処理装置	レシピ名称
M2_層間膜 形成	ウェハ洗浄	洗浄装置A	レシピ1
	ハードマスク 成膜	プラズマCVD装置 A	レシピ1
	膜厚検査	膜厚測定器A	レシピ1
	LOW-K塗布	塗布装置A	レシピ1
	キュア	アニール装置A	レシピ1
	膜厚検査	膜厚測定器A	レシピ1
	外観検査	外観検査装置A	レシピ1
	ハードマスク 成膜	プラズマCVD装置 B	レシピ1
	膜厚検査	膜厚測定器A	レシピ1

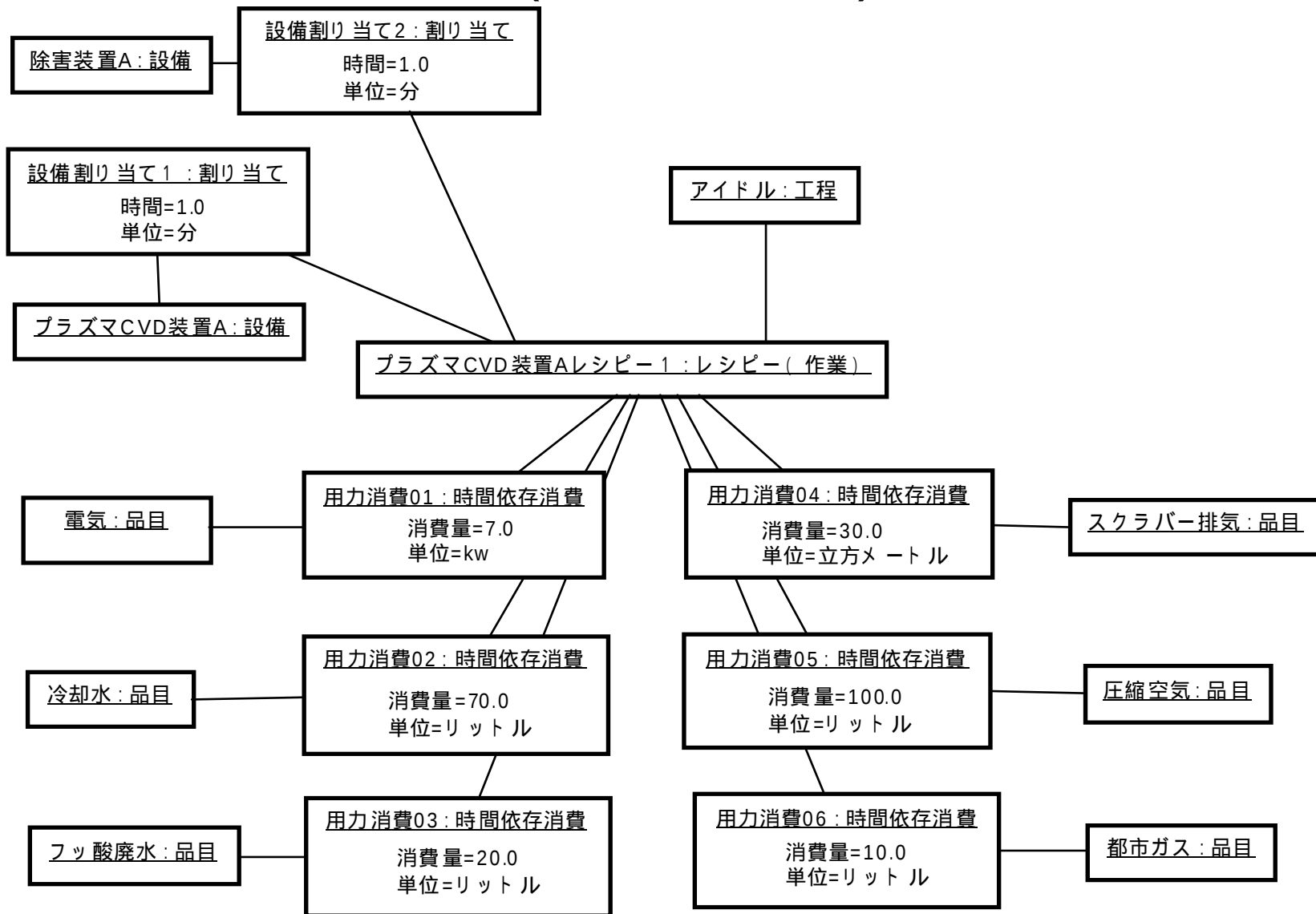
ウェハ洗浄(アイドル時)のオブジェクト図



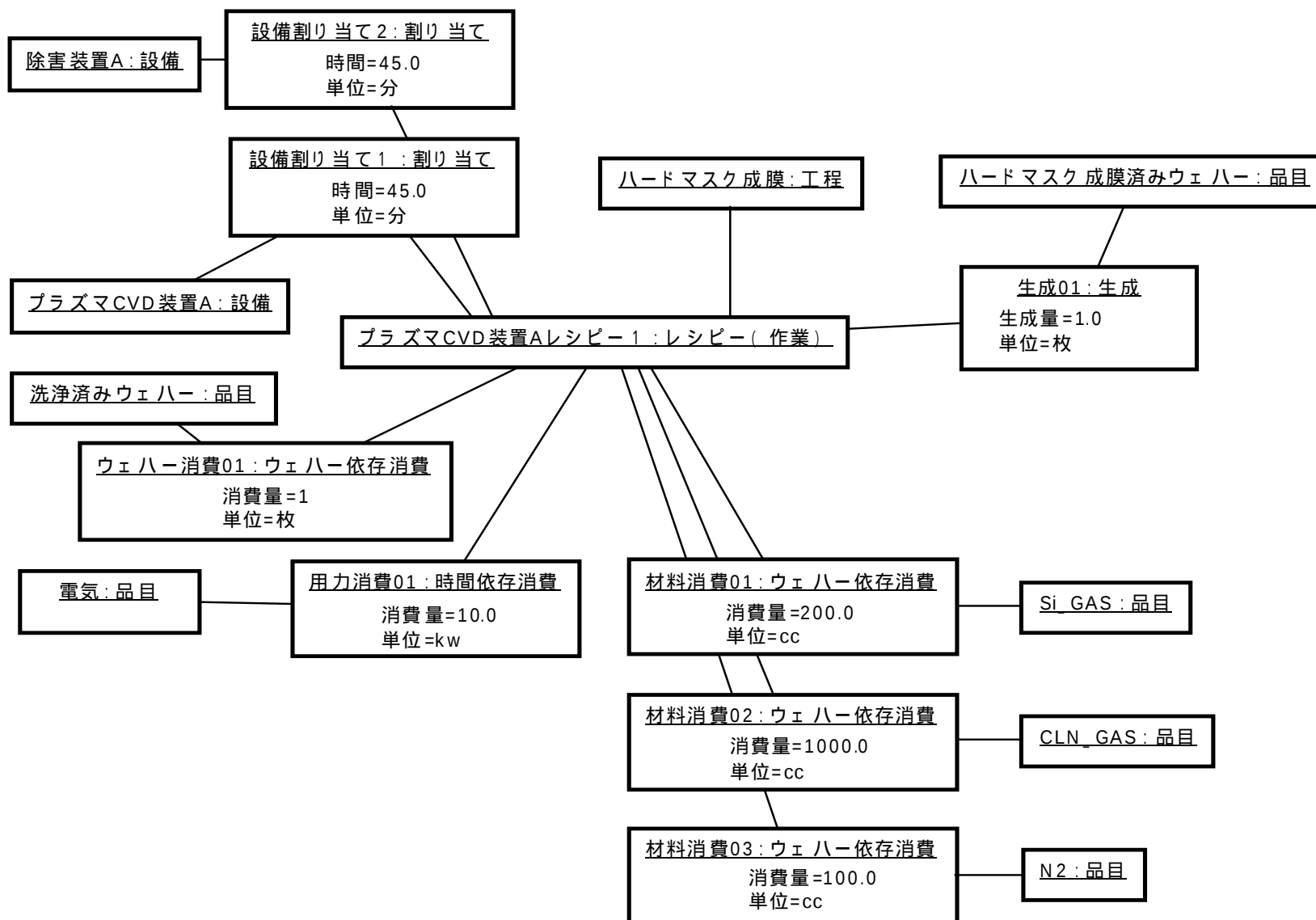
ウェハ洗浄(処理時)のオブジェクト図



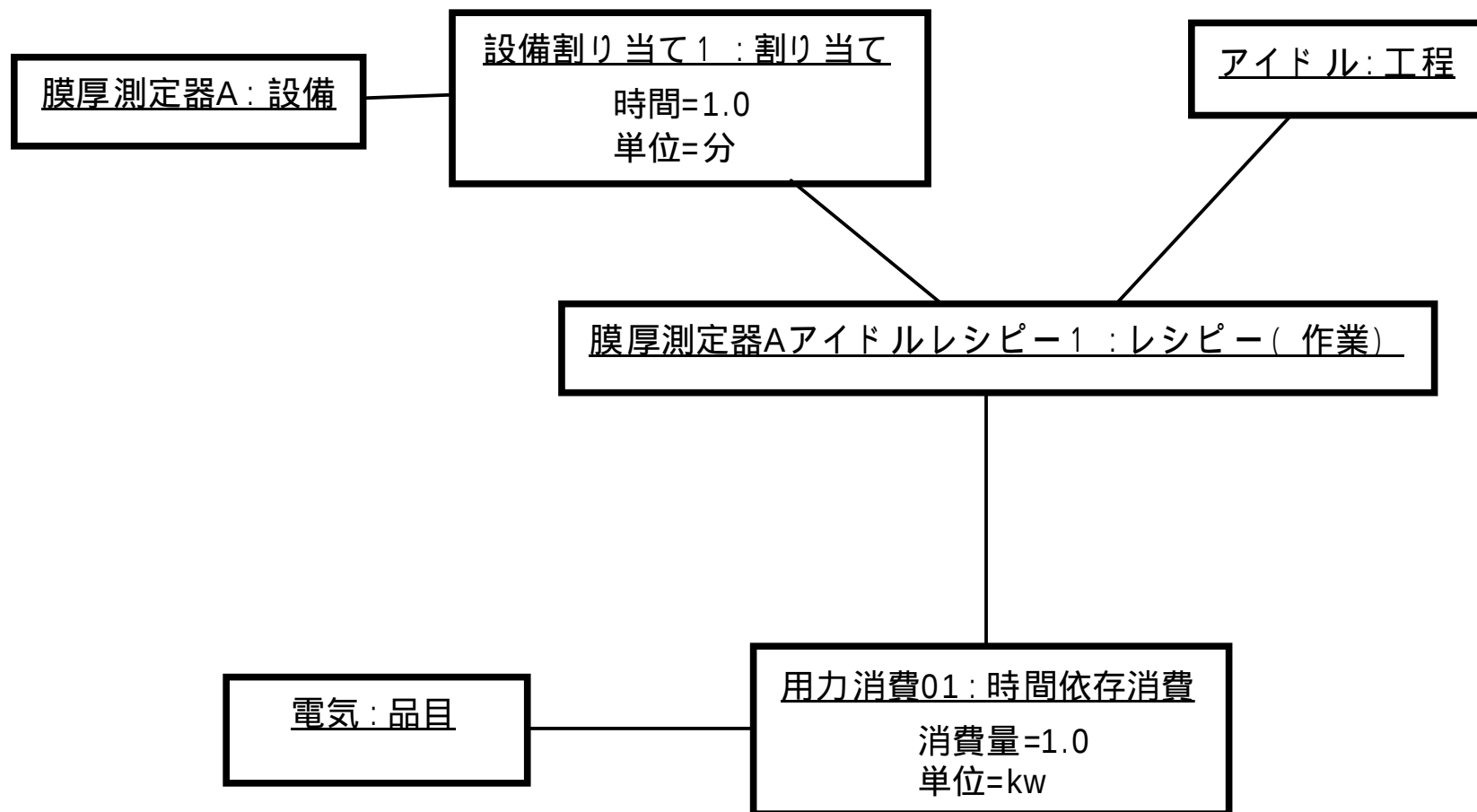
ハードマスク成膜(アイドル時)のオブジェクト図



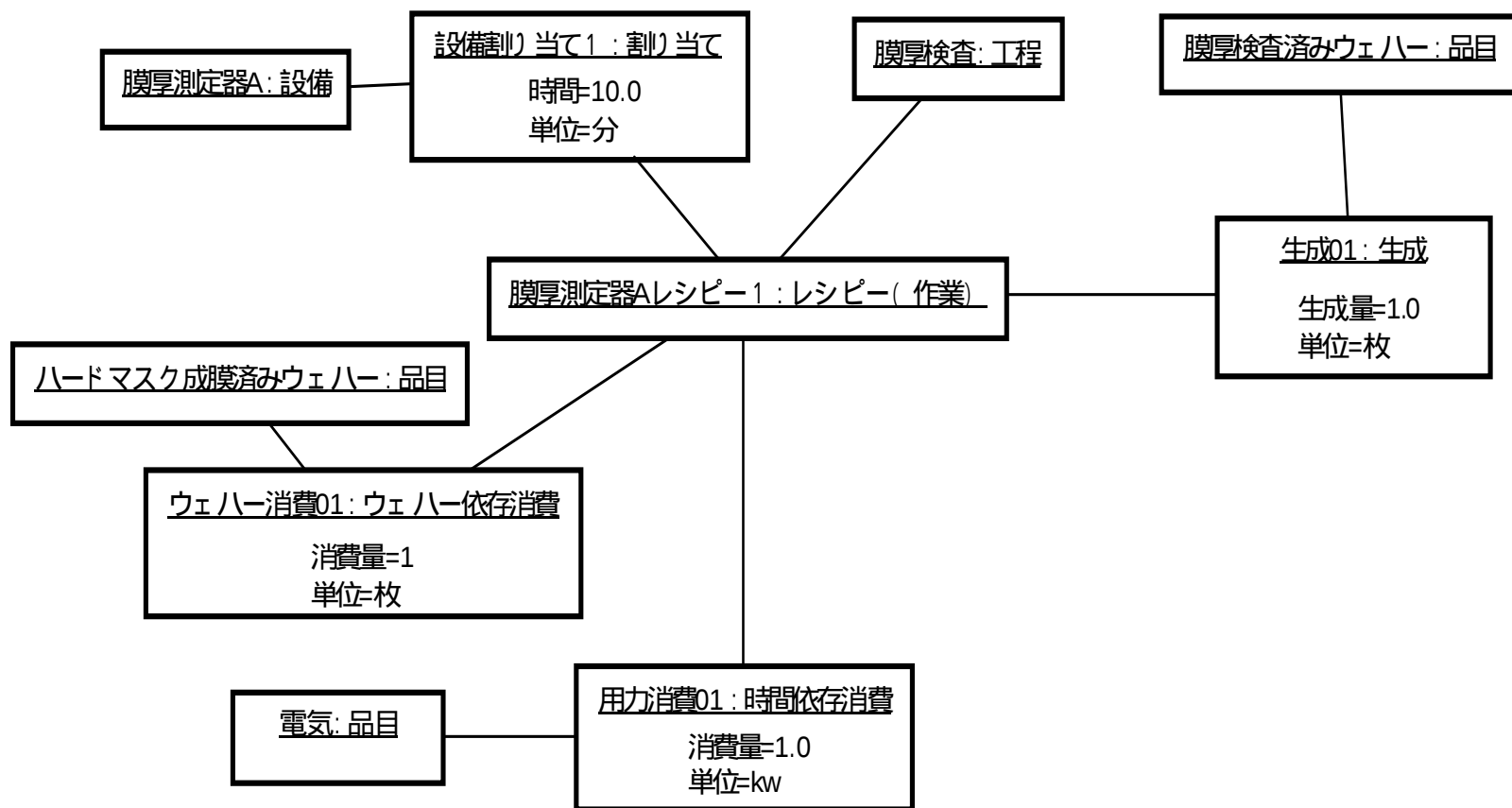
ハードマスク成膜(処理時)のオブジェクト図



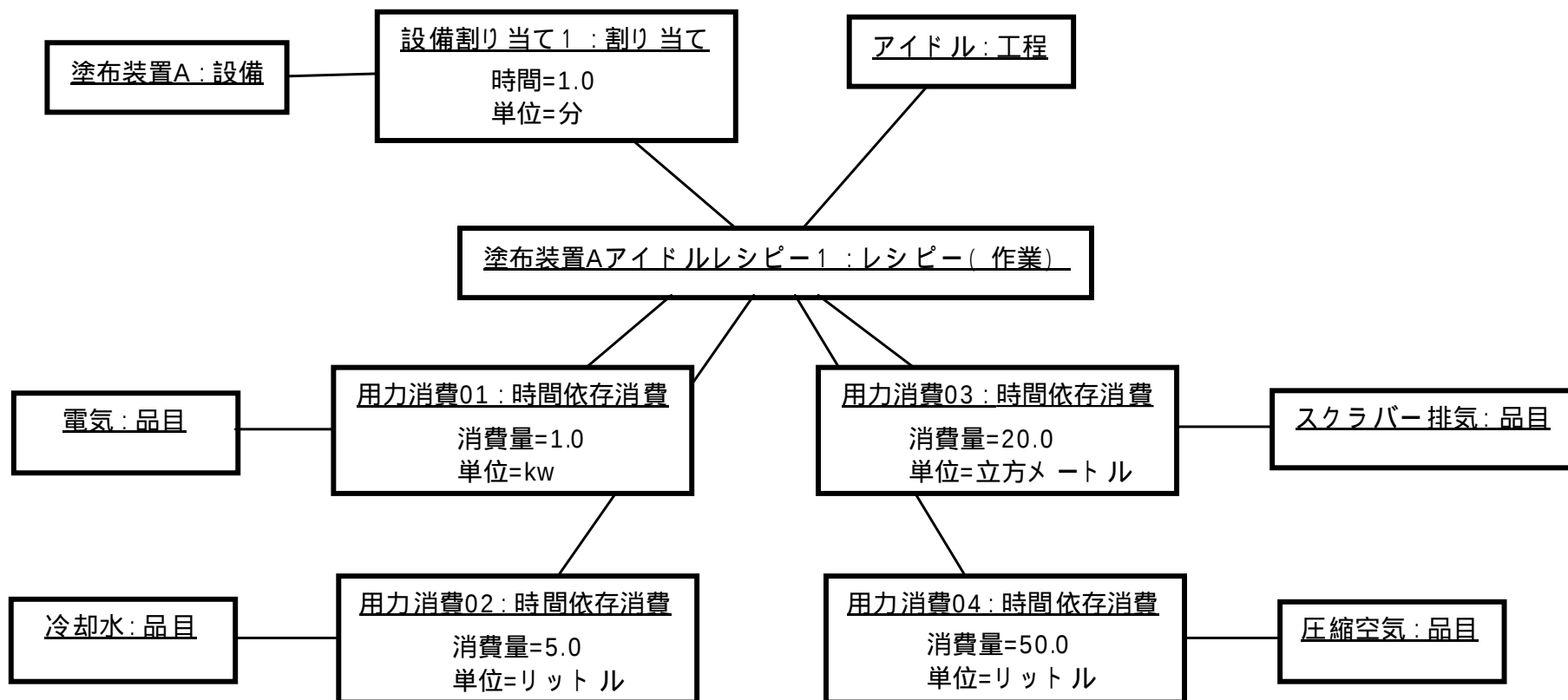
膜厚検査(アイドル時)のオブジェクト図



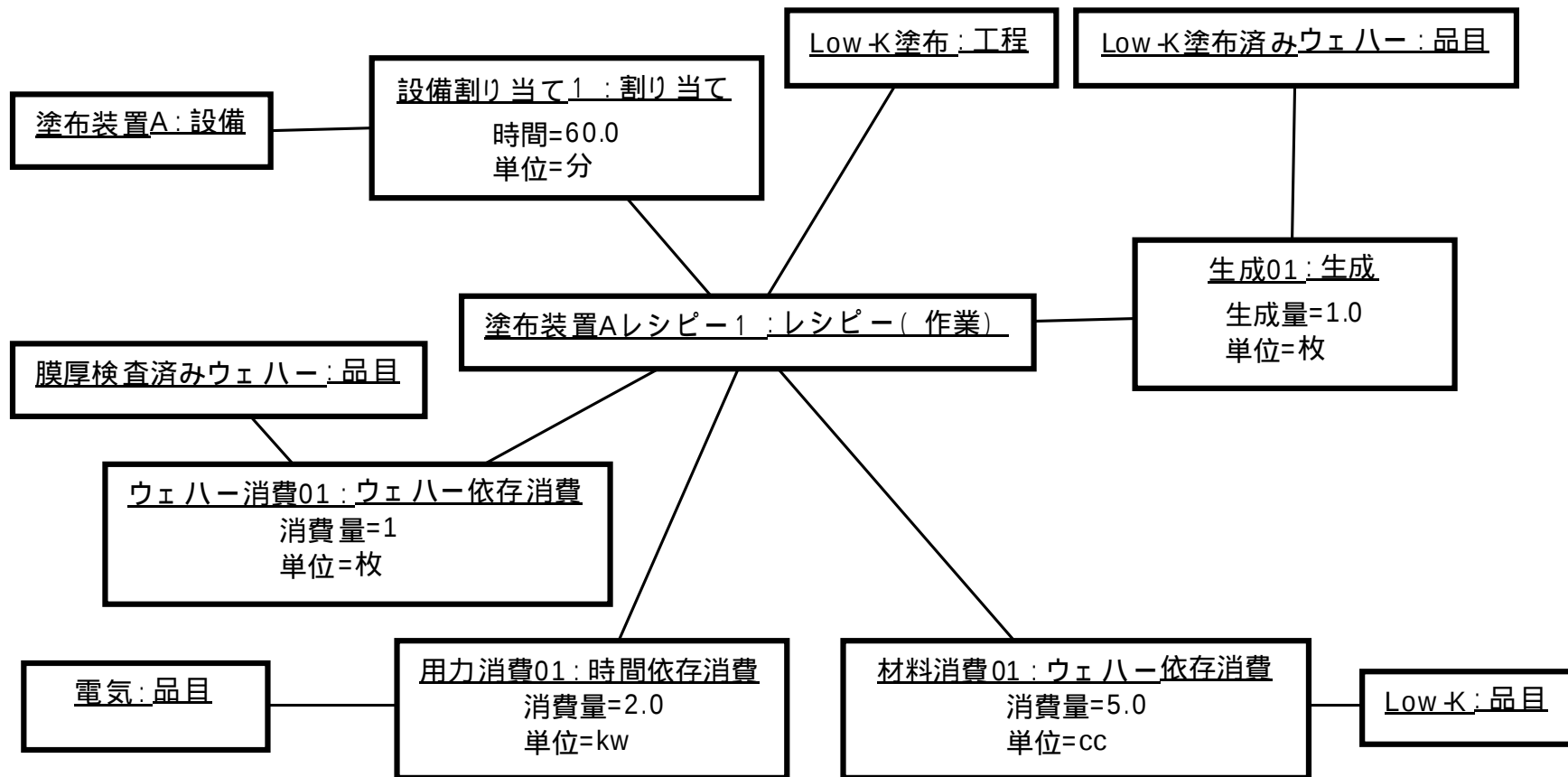
膜厚検査(処理時)のオブジェクト図



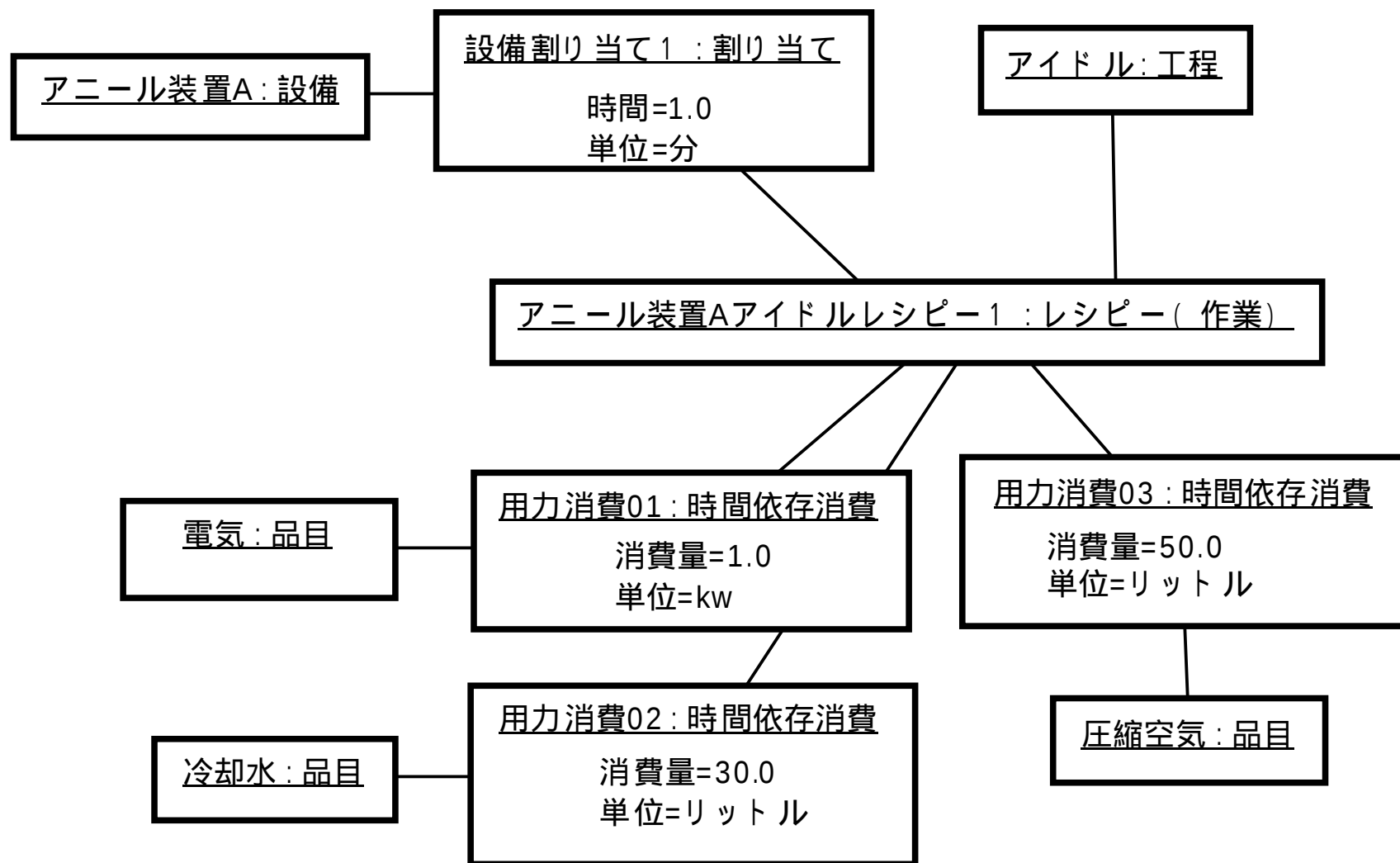
Low-K塗布 (アイドル時) のオブジェクト図



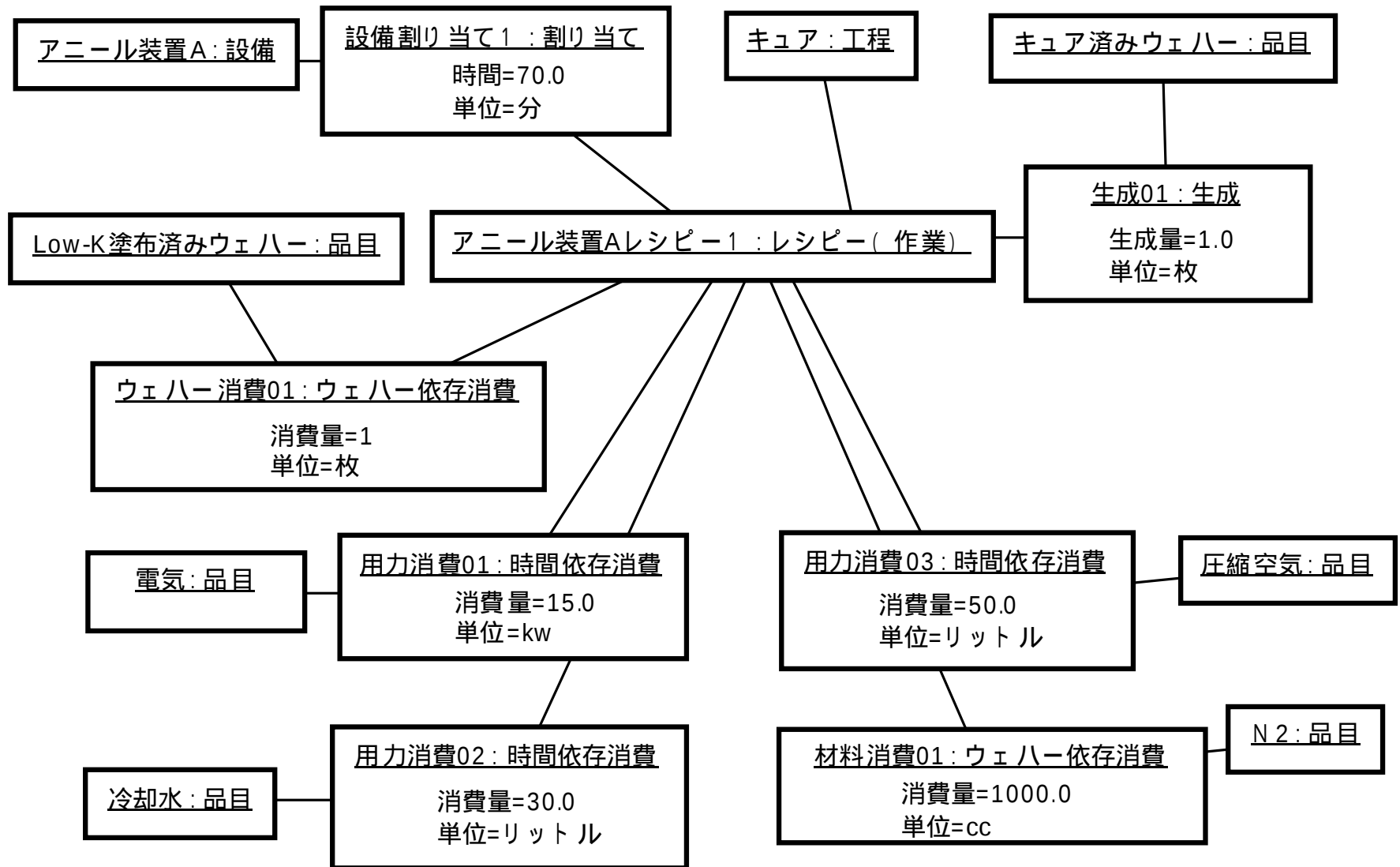
LOW-K塗布 (処理時) のオブジェクト図



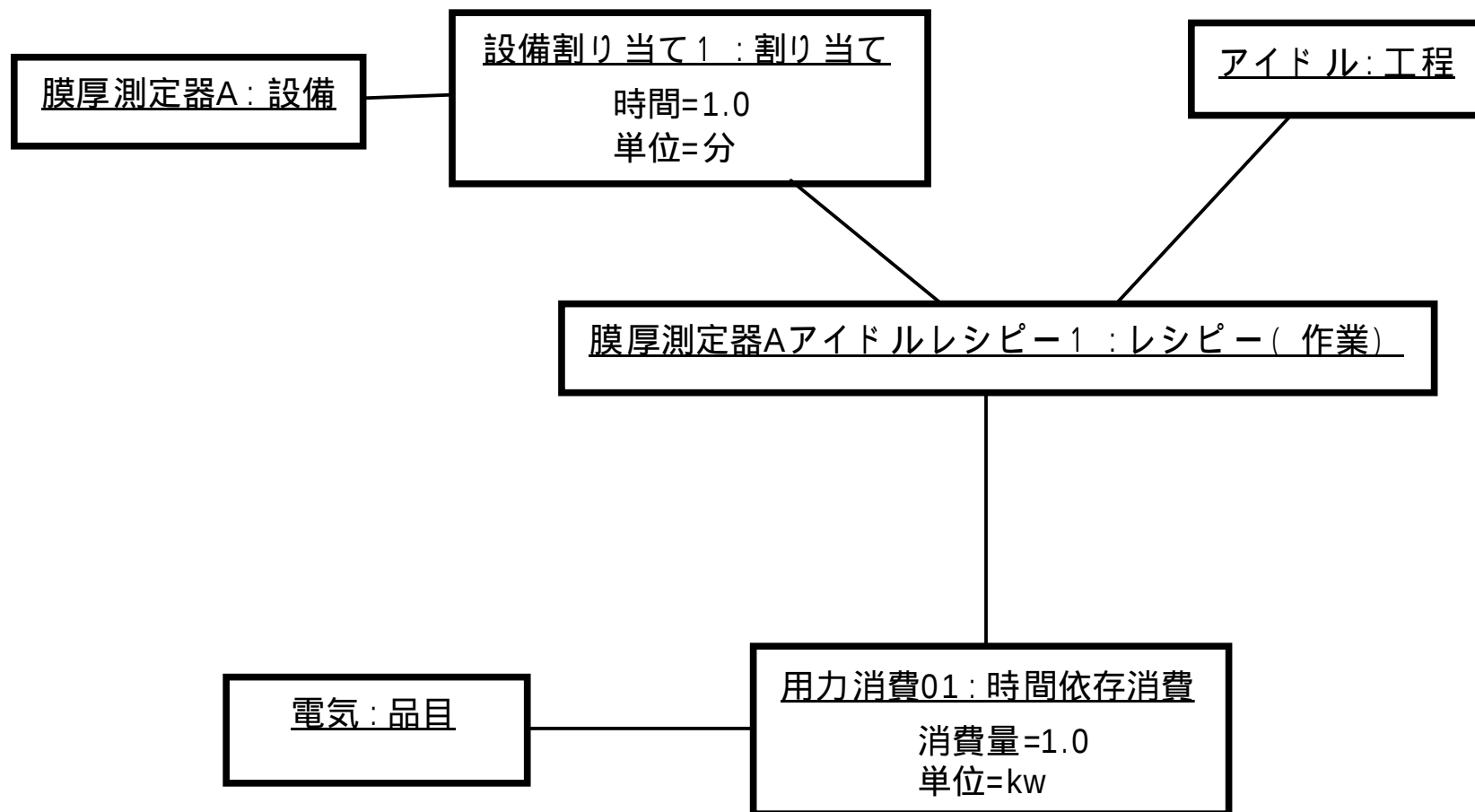
キュア(アイドル時)のオブジェクト図



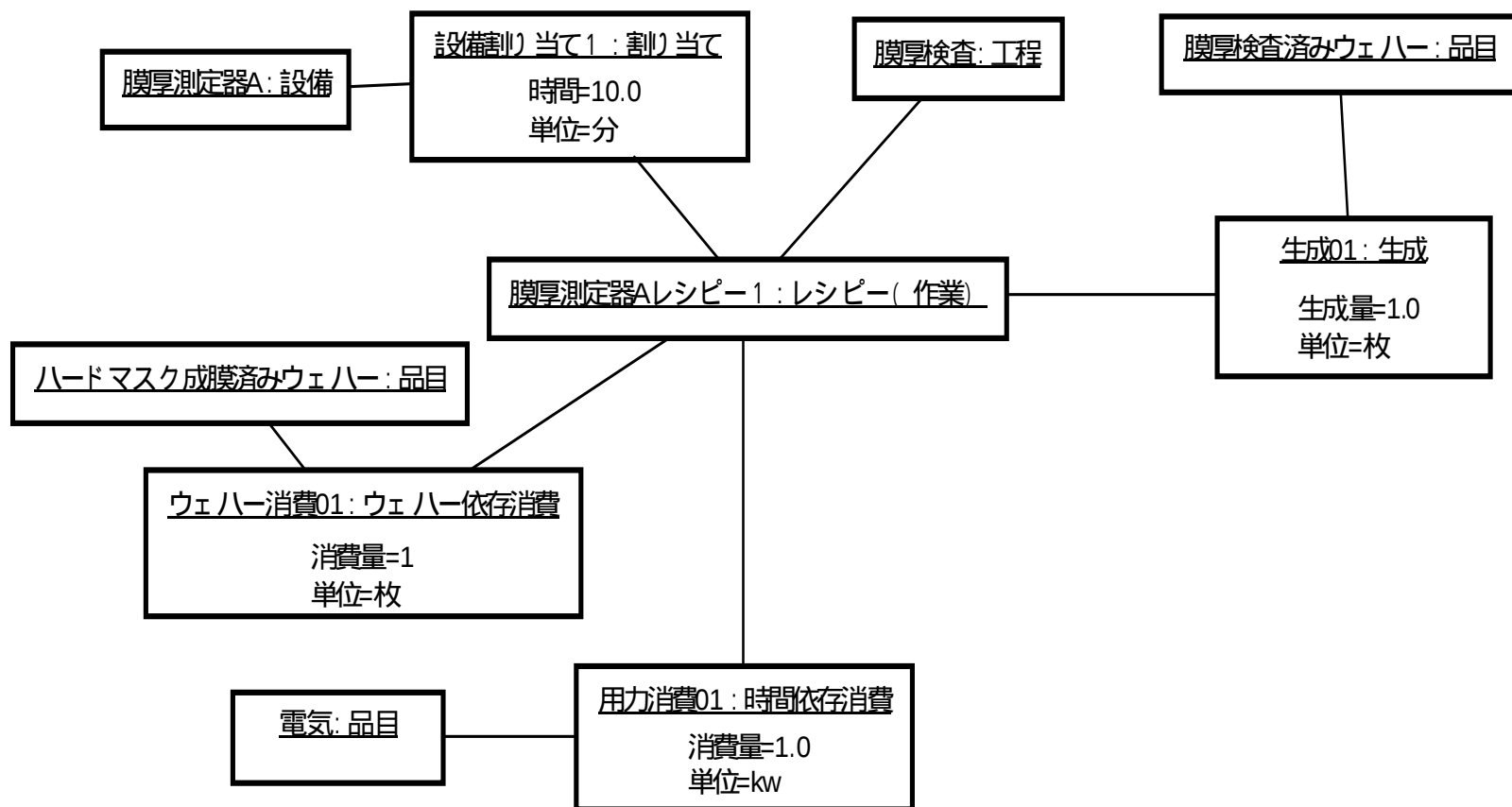
キュア(処理時)のオブジェクト図



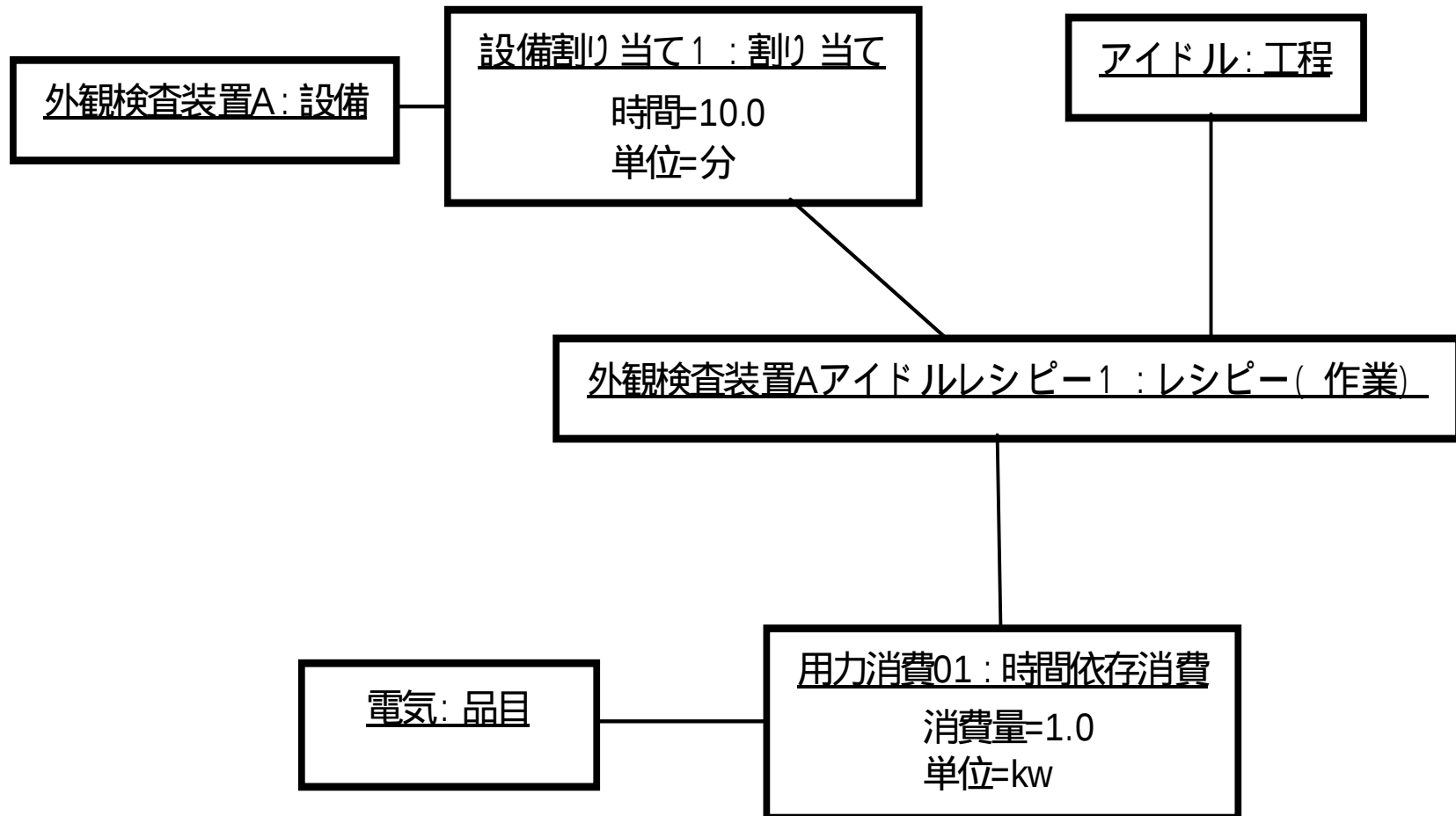
膜厚検査(アイドル時)のオブジェクト図



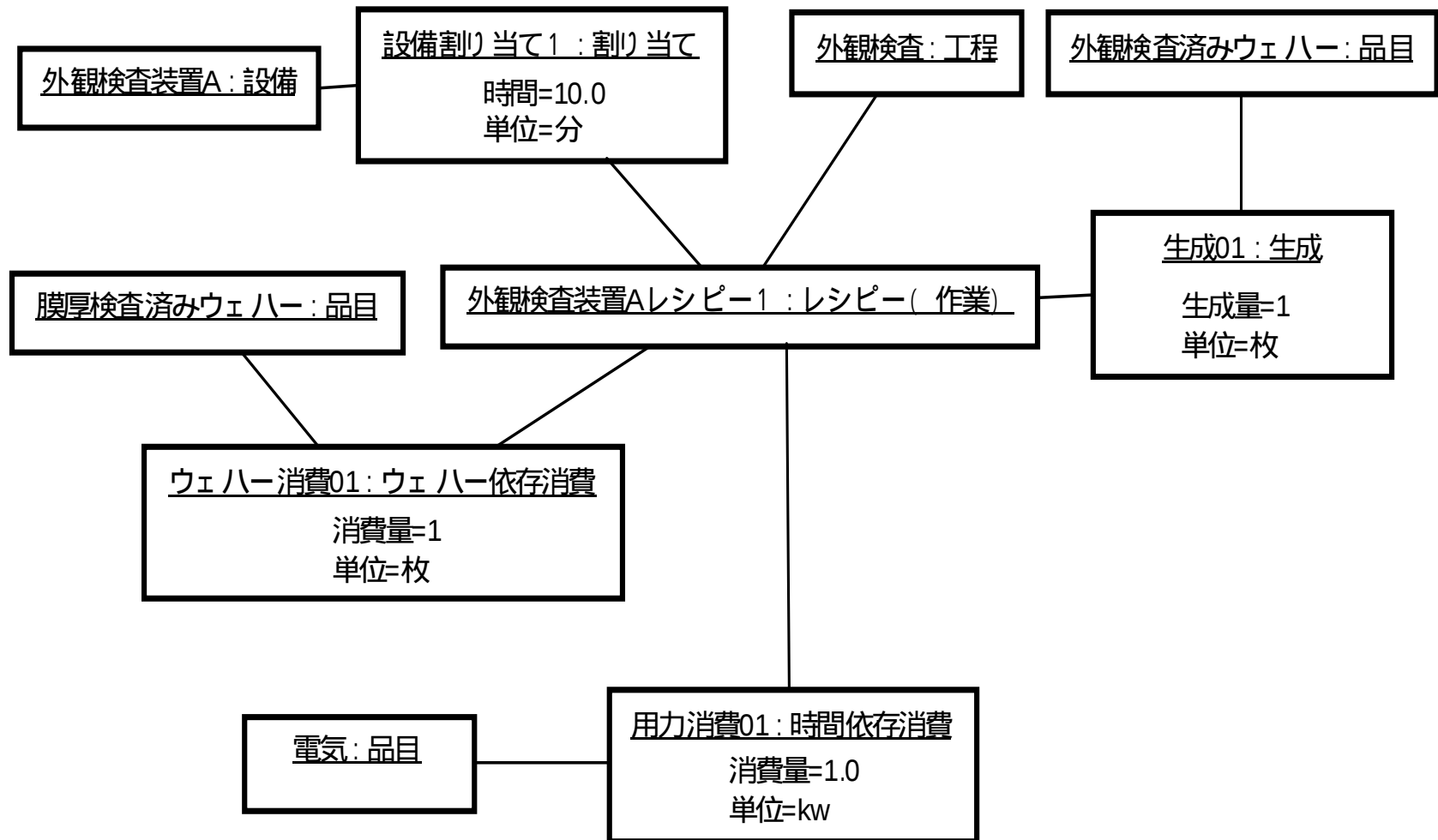
膜厚検査(処理時)のオブジェクト図



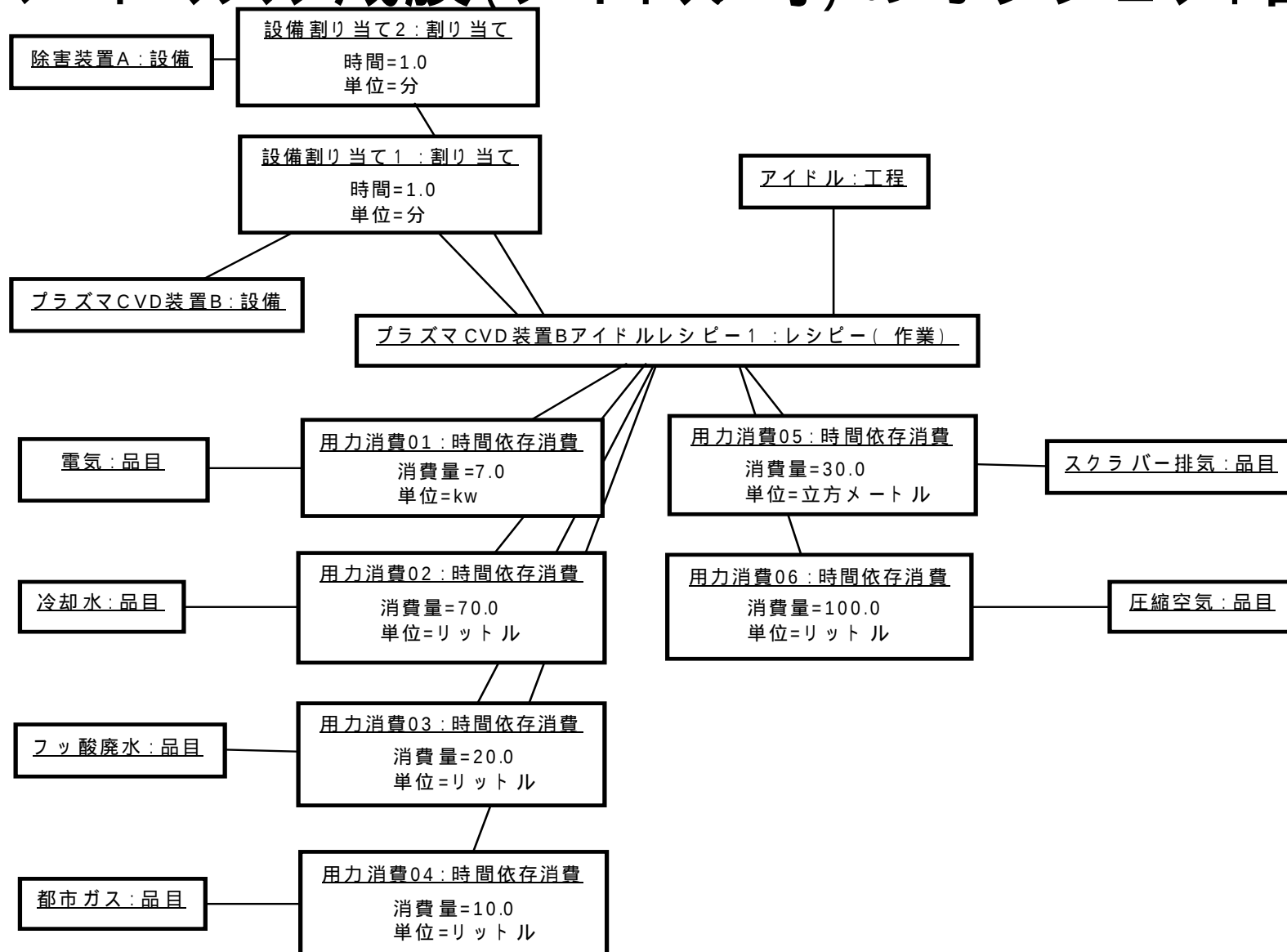
外観検査(アイドル時)のオブジェクト図



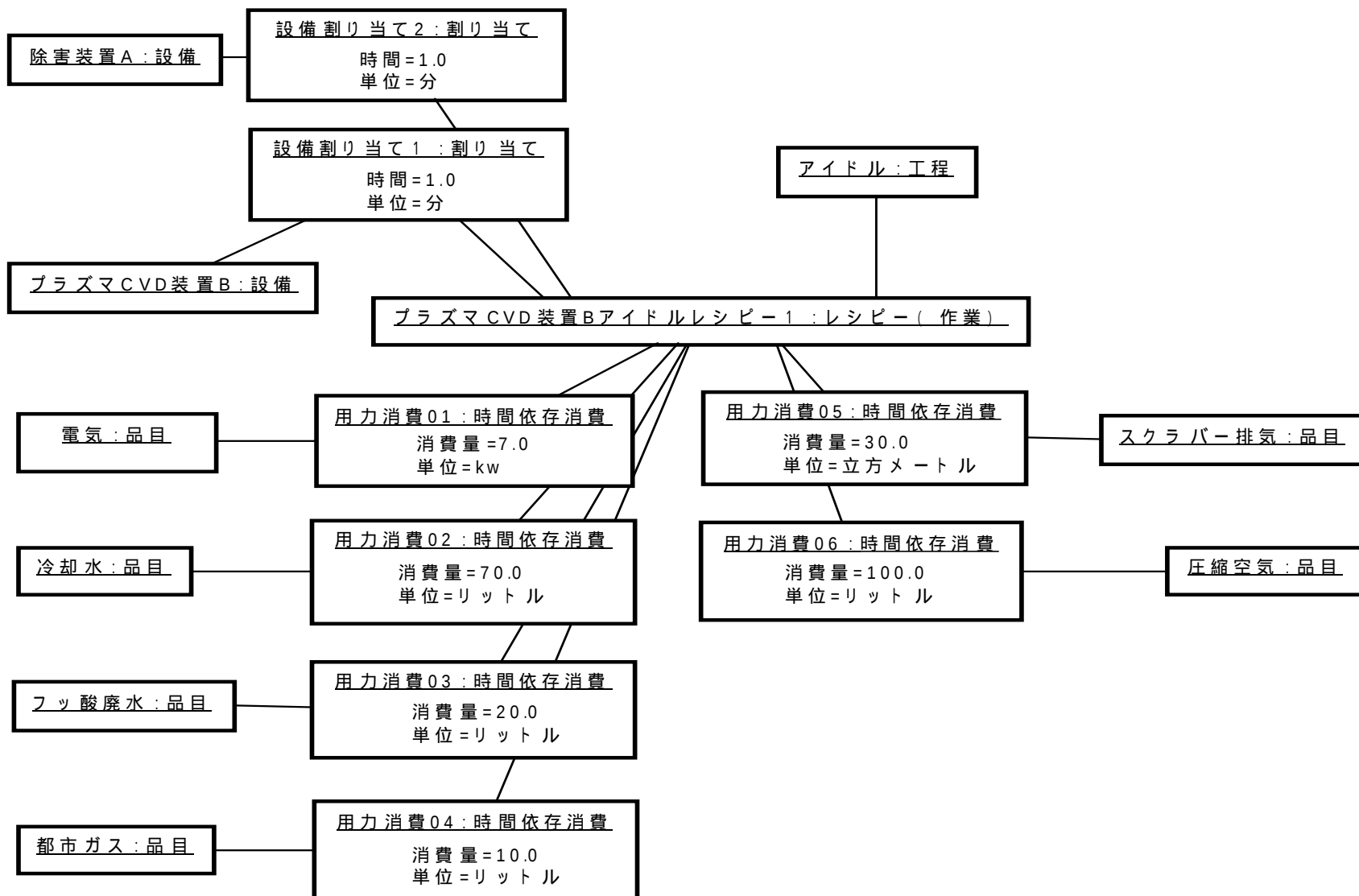
外観検査(処理時)のオブジェクト図



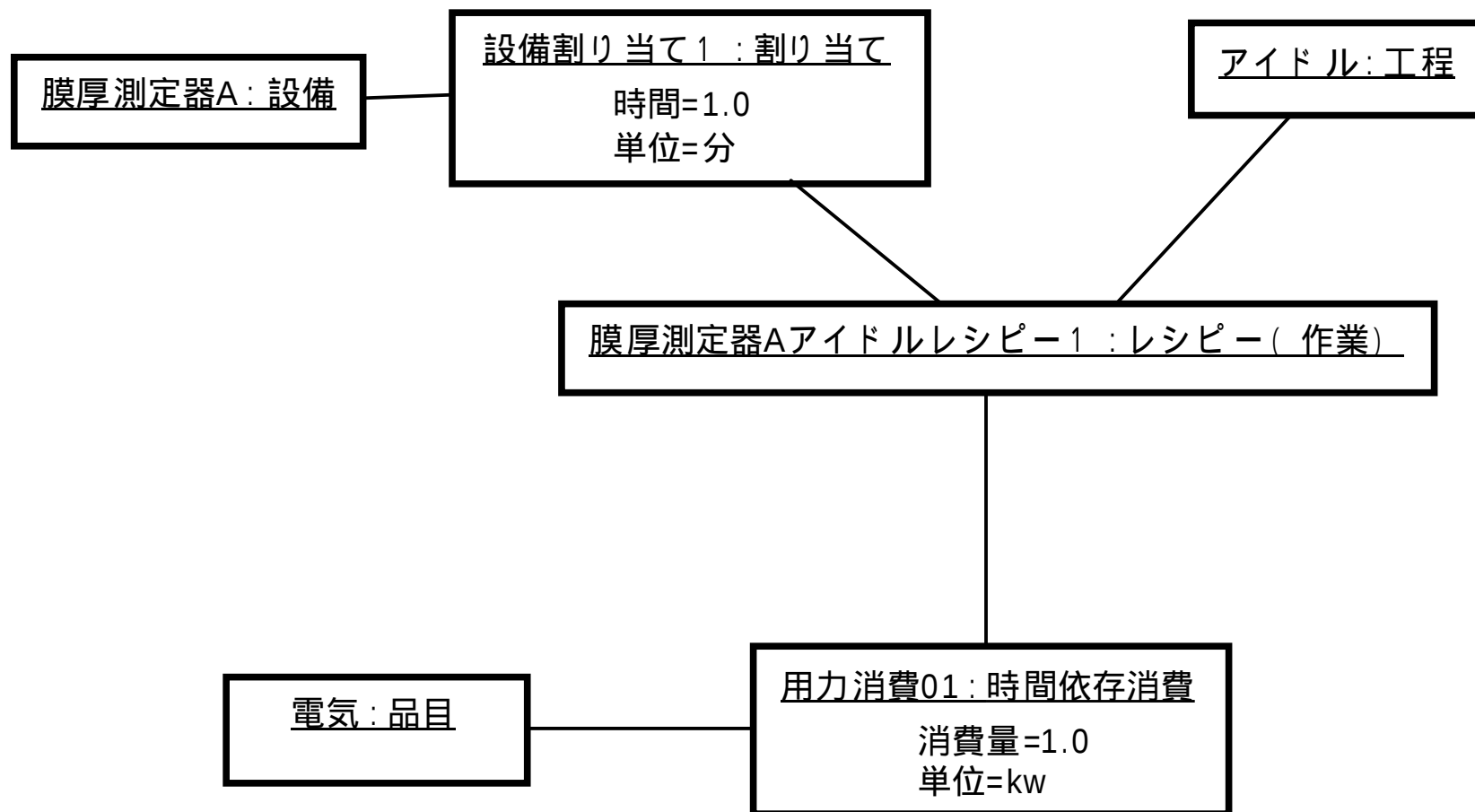
ハードマスク成膜(アイドル時)のオブジェクト図



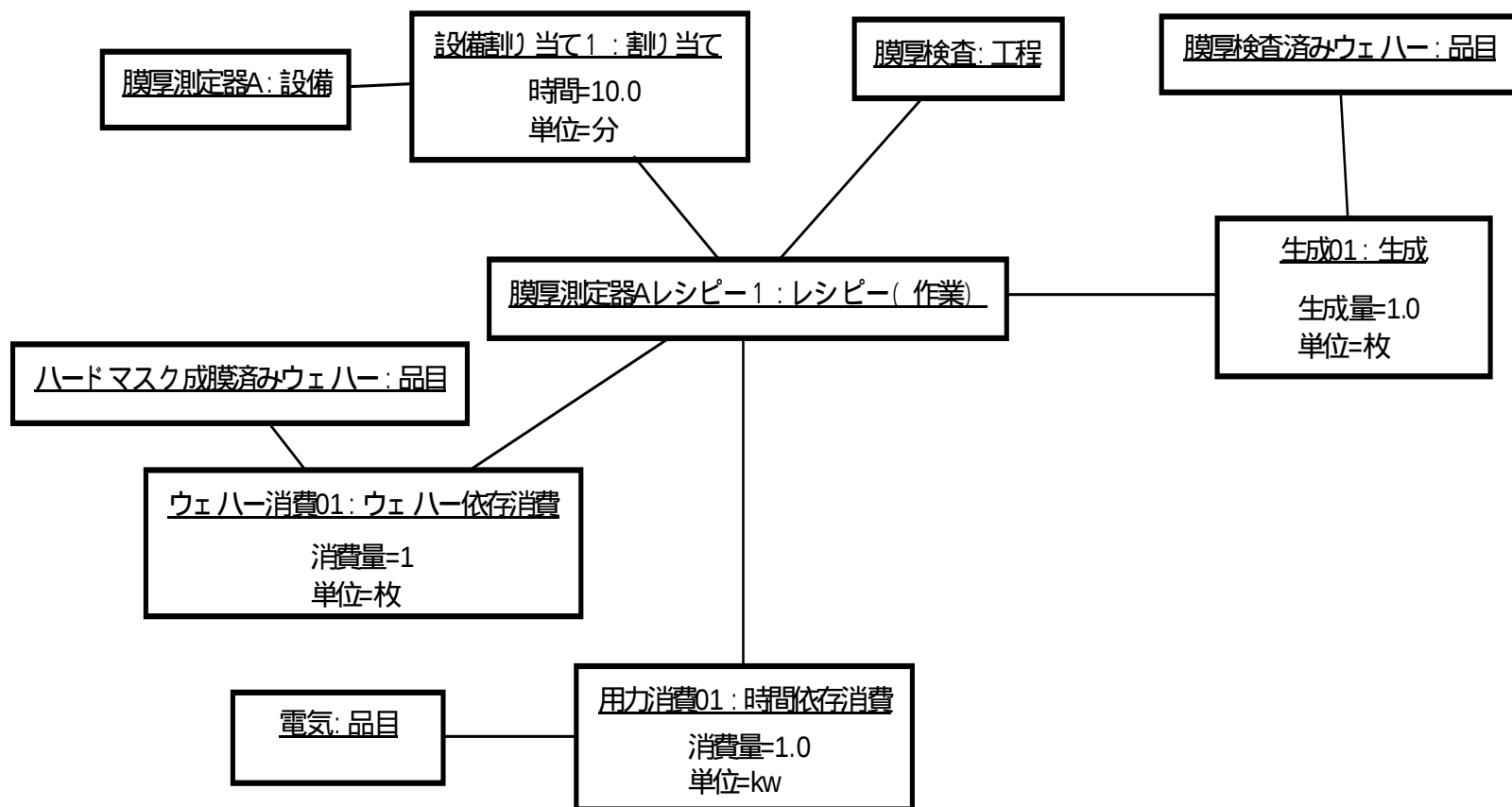
ハードマスク成膜(処理時)のオブジェクト図



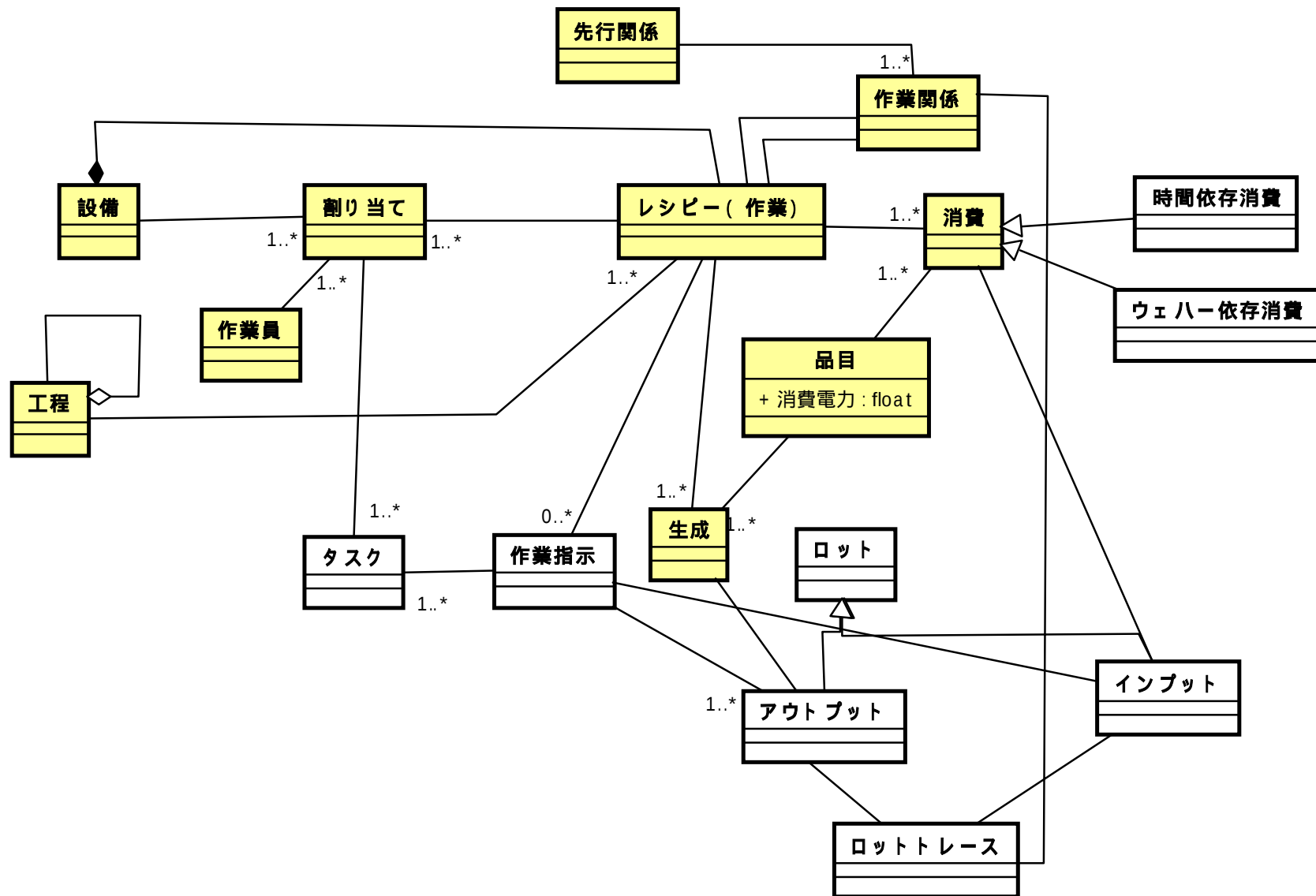
膜厚検査(アイドル時)のオブジェクト図



膜厚検査(処理時)のオブジェクト図



抽象化してクラス図に理する



6 . システムイメージ

オブジェクト指向原価計算

製品軸 作業軸 設備軸 計画入力 再計算

☐ マスター情報 ☒ 計画情報反映

製品名	製品A	レシピ名	使用設備	レシピ回数	プロセスタイム
製品タイプ	タミー	ウェハ洗浄1	洗浄装置A	1200	1500.0
製品価格	10000.0	ハードマスク成膜1	プラズマCVD装置A	1200	900.0
計画生産量	30000	膜厚検査1	膜厚測定器A	3600	600.0
		Low-K塗布1	塗布装置A	1200	1200.0
		キュア1	アニール装置A	1200	1400.0
		外観検査1	外観検査装置A	1200	200.0
		ハードマスク成膜1	プラズマCVD装置B	1200	900.0
		露光現像1	インライン露光装...	1200	900.0
		寸法検査1	電子顕微鏡A	2400	800.0
		合せ検査1	合わせ検査装置A	1200	500.0
		外観検査2	外観検査装置A	4800	800.0
用力費計	9950.14(万円)	エッチング1	ドライエッチ装置B	2400	1400.0
		エッチング1	ドライエッチ装置A	1200	1100.0
材料費計	18576.0(万円)	レジスト乖離1	アッシング装置A	1200	800.0
		レジスト乖離1	洗浄装置B	1200	700.0
設備費計	38225.0(万円)	外観検査3	外観検査装置A	1200	200.0
		露光現像2	インライン露光装...	1200	900.0
アイドル費	-171.33(万円)	寸法検査2	電子顕微鏡A	2400	800.0
		合せ検査2	合わせ検査装置A	1200	500.0
総原価	66579.81(万円)	エッチング2	ドライエッチ装置A	1200	1400.0
単 価	22193.27(円)	エッチング2	ドライエッチ装置B	1200	700.0
		レジスト乖離2	アッシング装置A	1200	700.0
		レジスト乖離2	洗浄装置B	1200	700.0
		エッチ検査1	原子間力式顕微鏡A	1200	400.0
		ウェハ洗浄2	洗浄装置A	1200	1200.0

レシビ展開 設備展開

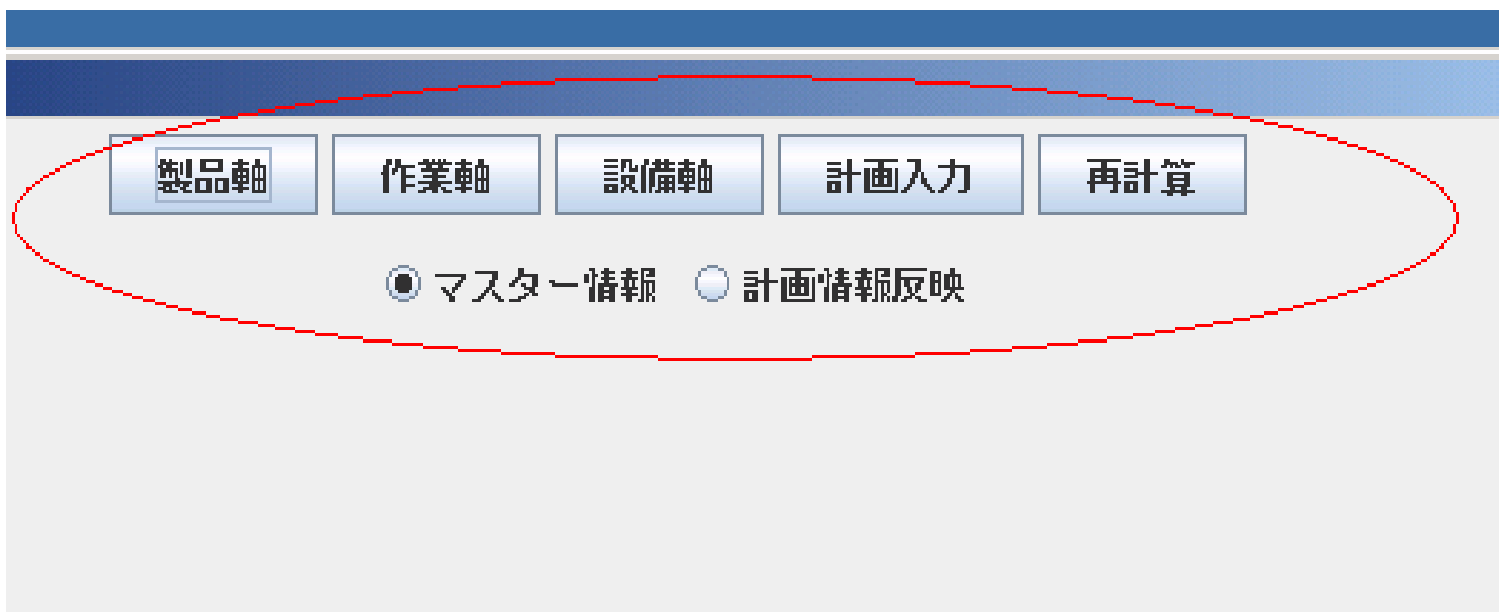
算入費目 ☒ 材料費 ☒ レシビ用力費 ☒ 減価償却費 ☒ アイドル用力費

償却費の処理 ☒ 設備毎に配賦 ☐ 全体配賦 ☐ ボトルネック配賦 ☐ 機会原価で配賦 1000

アイドル用力の処理 ☒ 設備毎に配賦 ☐ 全体配賦

システムの特徴1 (軸の選択)

製品軸、作業軸(レシピ軸)、設備軸を選択できる



The screenshot displays a software interface with a blue header bar. Below the header, there is a row of five buttons: '製品軸' (Product Axis), '作業軸' (Operation Axis), '設備軸' (Equipment Axis), '計画入力' (Plan Input), and '再計算' (Recalculate). Below these buttons, there are two radio button options: 'マスター情報' (Master Information) and '計画情報反映' (Plan Information Reflection). A red oval highlights the buttons and the radio button options.

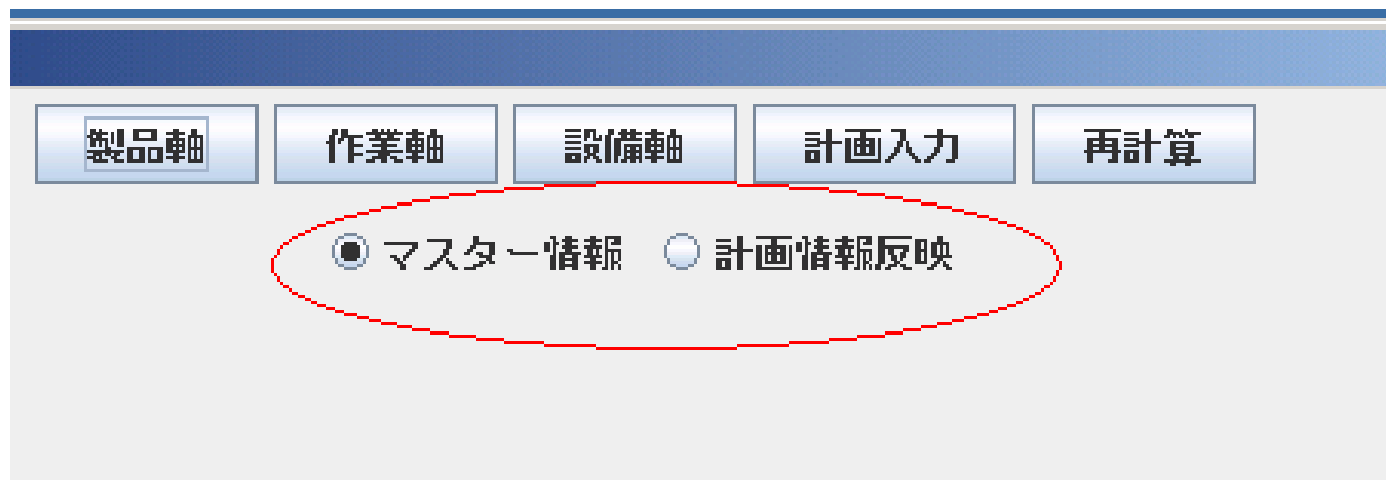
製品軸 作業軸 設備軸 計画入力 再計算

☒ マスター情報 ☐ 計画情報反映

システムの特徴2

(マスタ情報とインスタンス情報の切り替え)

マスタ情報(1ウエハーあたり、1分あたりの計算)と
インスタンス情報(月間生産枚数を反映した計算)とを
切り替えることができる



システムの特徴3

(計算方法の選択)

計算要素を選択できる

減価償却費の処理方法の選択

アイドル用力の処理方法の選択

算入費目

☒ 材料費 ☒ レシピ用力費 ☒ 減価償却費 ☒ アイドル用力費

償却費の処理

☒ 設備毎に配賦 ☐ 全体配賦 ☐ ボトルネック配賦 ☐ 機会原価で配賦

アイドル用力の処理

☒ 設備毎に配賦 ☐ 全体配賦

システムの特徴4

(ドリルダウン機能)

総括的情報から詳細情報へドリルダウンが可能

レンズ乖離1	洗浄装置B	1200	700.0
外観検査3	外観検査装置A	1200	200.0
露光現像2	インライン露光装...	1200	900.0
寸法検査2	電子顕微鏡A	2400	800.0
合せ検査2	合わせ検査装置A	1200	500.0
エッチング2	ドライエッチ装置A	1200	1400.0
エッチング2	ドライエッチ装置B	1200	700.0
レジスト乖離2	アッシング装置A	1200	700.0
レジスト乖離2	洗浄装置B	1200	700.0
エッチ検査1	原子間力式顕微鏡A	1200	400.0
ウェハ洗浄2	洗浄装置A	1200	1200.0

レシピ展開

設備展開

システムの特徴4 (ドリルダウン機能) 続き

製品名	製品A
製品タイプ	ダミー
製品価格	10000.0
計画生産量	30000

用力費計	9950.14(万円)	詳細
材料費計	18576.0(万円)	詳細
設備費計	38225.0(万円)	詳細
アイドル費	-171.33(万円)	詳細
総原価	66579.81(万円)	
単価	22193.27(円)	

レシピ名	使用設備	レシピ回数	プロセスタイム
ウェハ洗浄1	洗浄装置A	1200	1500.0
ハードマスク成膜1	プラズマCVD装置A	1200	900.0
膜厚検査1	膜厚測定器A	3600	600.0
Low-K塗布1	塗布装置A	1200	1200.0
キュア1	アニール装置A	1200	1400.0
外観検査1	外観検査装置A	1200	200.0
ハードマスク成膜1	プラズマCVD装置B	1200	900.0
露光現像1	インライン露光装...	1200	900.0
寸法検査1	電子顕微鏡A	2400	800.0
合せ検査1	合わせ検査装置A	1200	500.0
外観検査2	外観検査装置A	4800	800.0
エッチング1	ドライエッチ装置B	2400	1400.0
エッチング1	ドライエッチ装置A	1200	1100.0
レジスト乖離1	アッシング装置A	1200	800.0
レジスト乖離1	洗浄装置B	1200	700.0
外観検査3	外観検査装置A	1200	200.0
露光現像2	インライン露光装...	1200	900.0
寸法検査2	電子顕微鏡A	2400	800.0
合せ検査2	合わせ検査装置A	1200	500.0
エッチング2	ドライエッチ装置A	1200	1400.0
エッチング2	ドライエッチ装置B	1200	700.0
レジスト乖離2	アッシング装置A	1200	700.0
レジスト乖離2	洗浄装置B	1200	700.0
エッチ検査1	原子間力式顕微鏡A	1200	400.0
ウェハ洗浄2	洗浄装置A	1200	1200.0

レシピ展開

設備展開

システムの特徴5

(絞り込み後視点切り替え)

レシピ名 エッチ検査1

使用設備 原子間力式顕微鏡A [設備展開](#)

処理時間 24000

ロットサイズ 25

材料費 0.0円 [詳細](#)

用力費 4000.8円 [詳細](#)

7. システムのメリット特徴

改善効果のシミュレーション

- レシピのプロセスタイムを変更してみる
- エンジニアの活動の財務的な成果を事前に予測

製品軸	作業軸	設備軸	計画入力	再計算
☒ マスター情報 ☐ 計画情報反映				
レシピ名	使用設備	プロセスタイム		
露光現像1	インライン露光装置A	45.0		
露光現像2	インライン露光装置A	45.0		
バリアシード膜形成1	メタルCVD装置A	70.0		
メタル研磨1	CMP装置A	60.0		
エッチング1	ドライエッチ装置A	55.0		
エッチング1	ドライエッチ装置B	35.0		
エッチング2	ドライエッチ装置B	35.0		
エッチング3	ドライエッチ装置A	70.0		

シミュレーション機能について

生産量を設定

製品軸 作業軸 設備軸 計画入力 再計算

☐ マスター情報 ☒ 計画情報反映

製品名	製品タイプ	生産量
製品A	ダミー	30000

シミュレーション機能について

作業軸のマスタ情報を変更

製品軸 作業軸 設備軸 計画入力 再計算

☒ マスター情報 ☐ 計画情報反映

レシピ名	使用設備	プロセスタイム
露光現像1	インライン露光装置A	45.0
露光現像2	インライン露光装置A	45.0
バリアシード膜形成1	メタルCVD装置A	70.0
メタル研磨1	CMP装置A	60.0
エッチング1	ドライエッチ装置A	55.0
エッチング1	ドライエッチ装置B	35.0
エッチング2	ドライエッチ装置B	35.0
エッチング2	ドライエッチ装置A	70.0
配線膜形成1	めっき装置A	80.0

計算方法の変更により経営者が改善 効果を的確に把握できる

減価償却費をいれなくて計算してみる

ボトルネック設備の時間だけですべての減価償却
費を計算(あるいはボトルネック設備の時間に任
意の機会原価レートを設定)

総原価	22194.83(万円)	エッチング2	ドライエッチ装置B	1200	700.0
単価	7398.28(円)	レジスト垂離2	アッシング装置A	1200	700.0
		レジスト垂離2	洗浄装置B	1200	700.0
		エッチ検査1	原子間力式顕微鏡A	1200	400.0
		ウェハ洗浄2	洗浄装置A	1200	1200.0

算入費目 ☒ 材料費 ☒ レシピ用力費 ☐ 減価償却費 ☒ アイドル用力費

償却費の処理 ☒ 設備毎に配賦 ☐ 全体配賦 ☐ ボトルネック配賦 ☐ 機会原価で配賦

アイドル用力の処理 ☒ 設備毎に配賦 ☐ 全体配賦

8 . 今後の課題

今後の課題

1. エージェントの充実
(計算仮定の充実。
さらに多様なシミュレーションに対応。
データベース連動等。)
2. 人件費、業務アクティビティの跡付け(ABC/ABM機能)
3. 処理パラメータの変更によるシミュレーション
4. スケジューラーとの連携(ロットごとの計画原価)
5. ロット別の実際原価の計算
6. モデルの一般化—PSLXとの連携

PSLXのプロジェクト

- PSLXのプロジェクトとしても位置づけられている 「半導体産業におけるPSLX対応オブジェクト指向原価管理システム」(2004-)

課題

原価管理用ドメイン・オブジェクトの構築

標準的な原価計算用メッセージング規約の策定

<http://www.pslx.org/ml/allmember/msg00079.html>