

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5529698号  
(P5529698)

(45) 発行日 平成26年6月25日(2014.6.25)

(24) 登録日 平成26年4月25日(2014.4.25)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 1 5 D  
 GO 2 B 5/18 (2006.01) GO 2 B 5/18  
 GO 2 B 19/00 (2006.01) GO 2 B 19/00

請求項の数 14 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2010-209880 (P2010-209880)	(73) 特許権者	503195263
(22) 出願日	平成22年9月17日(2010.9.17)		エーエスエムエル ホールディング エヌ . ブイ.
(62) 分割の表示	特願2003-166954 (P2003-166954) の分割		オランダ国 ヴェルトホーフェン 550 4 ディー アール, デ ラン 6501
原出願日	平成15年6月11日(2003.6.11)	(74) 代理人	100079108
(65) 公開番号	特開2011-9780 (P2011-9780A)		弁理士 稲葉 良幸
(43) 公開日	平成23年1月13日(2011.1.13)	(74) 代理人	100109346
審査請求日	平成22年9月17日(2010.9.17)		弁理士 大貫 敏史
審査番号	不服2013-6010 (P2013-6010/J1)	(72) 発明者	マーク オスコツキー
審査請求日	平成25年4月3日(2013.4.3)		アメリカ合衆国 ニューヨーク ママロネ ック フェニモア ロード 151 アパ ートメント 11ビー
(31) 優先権主張番号	10/166062		
(32) 優先日	平成14年6月11日(2002.6.11)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロリソグラフィシステム及び基板を露光する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロリソグラフィシステムであって、  
 照明源と、  
 対物レンズ側からの順序で、  
 (a) 前記照明源からの照明を受光する円形開口数を有する第1の回折光学部材、  
 (b) ズームレンズ、  
 (c) 矩形開口数を有するアキシコン、  
 (d) 矩形開口数を有する第2の回折光学部材、  
 (e) 円形開口数を有するコンデンサレンズ、  
 (f) リレーレンズ、  
 (g) 配置されるレチクル  
 を含む照明光学システムと、  
 基板上に前記レチクルを結像する投影光学システムと  
 を備え、  
 前記マイクロリソグラフィシステムがズーミング可能な開口数を提供し、  
 前記照明光学システムの開口数と前記投影光学システムの開口数との比が連続的に変更  
 可能であり、  
 前記照明光学システムは、前記第2の回折光学部材と前記コンデンサレンズとの間に第  
 3の回折光学部材を更に有し、

前記照明光学システムは、前記第 2 の回折光学部材を異なる回折光学部材に交換するチェンジャーユニットを更に含み、

前記照明光学システムがフィールドサイズを不連続的に変更する、マイクロリソグラフィシステム。

【請求項 2】

前記比が約 0.2 と 1 の間で連続的に変更可能である、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記照明源がエキシマーレーザを含む、請求項 1 又は 2 記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 1 の回折光学部材がマイクロレンズアレイを含む、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のシステム。 10

【請求項 5】

前記第 1 の回折光学部材がフレネルレンズを含む、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 6】

前記第 1 の回折光学部材が回折格子を含む、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 7】

前記照明システムが更に前記第 2 の回折部材と前記コンデンサレンズとの間にアキシコンを含む、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のシステム。 20

【請求項 8】

前記第 2 の回折光学部材がマイクロレンズアレイを含む、請求項 1 から 7 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 9】

前記第 2 の回折光学部材の前記マイクロレンズアレイが円柱レンズのアレイを含む、請求項 8 記載のシステム。

【請求項 10】

前記照明光学システムが更に前記コンデンサレンズと前記リレーレンズとの間にデリミッターを含む、請求項 1 から 9 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 11】 30

前記照明光学システムが更に前記リレーレンズ内の中心部に配置されたテレセントリック絞りを含み、請求項 1 から 10 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 12】

前記ズームレンズが非結像ズームレンズである、請求項 1 から 11 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 13】

基板を露光する方法であって、

対物レンズ側からの順序で、

(a) 照明源からの照明を受光する円形開口数を有する第 1 の回折光学部材、

(b) ズームレンズ、 40

(c) 矩形開口数を有するアキシコン、

(d) 矩形開口数を有する第 2 の回折光学部材、

(e) 円形開口数を有するコンデンサレンズ、

(f) リレーレンズ、

(g) 配置されるレチクル

を含む照明光学システムを照明し、

レチクルの面にズーム可能な開口数ビームを形成し、かつ

レチクルの面に形成されたビームを投影光学システムを通して基板上に投影するステップを含み、

前記照明光学システムの開口数と前記投影光学システムの開口数との比が連続的に変更 50

可能であり、

前記照明光学システムは、前記第2の回折光学部材と前記コンデンサレンズとの間に第3の回折光学部材を更に有し、

前記照明光学システムは、前記第2の回折光学部材を異なる回折光学部材に交換するチェンジャーユニットを更に含み、

前記方法が、前記照明光学システムのフィールドサイズを不連続的に変更するステップをさらに含む、方法。

【請求項14】

前記ズームレンズが非結像ズームレンズである、請求項13記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロリソグラフィー、より詳細には高い開口数を有するマイクロリソグラフィー装置のための照明系に関する。

【背景技術】

【0002】

ホトリソグラフィー（マイクロリソグラフィーとも称される）は、半導体デバイスを製造するために使用される。ホトリソグラフィーは、半導体デバイス設計において微細なパターンを形成するために電磁線、例えば紫外線（UV）、遠UV又は可視光線を使用する。多くのタイプの半導体デバイス、例えばダイオード、トランジスタ及び集積回路は、ホトリソグラフィー技術を使用して製造することができる。半導体製造においてエッチングのようなホトリソグラフィー技術を実施するためには、露光系又はツールが使用される。露光系は典型的には、照明系、回路パターンを有するレチクル（マスクとも称される）、投影系、及び感光性レジスト被覆半導体ウェーハをアライメントするためのウェーハアライメントステージを含む。照明系は、有利には矩形スロット照明フィールドでレチクルの領域を照明する。投影系は、レチクル回路パターンの照明された領域の像をウェーハ上に投影する。

20

【0003】

半導体デバイス製造技術が進歩するほど、半導体デバイスを製造するために使用されるホトリソグラフィー系の各々の構成要素に対する常に増大する要求が存在する。この系の構成要素は、レチクルを照明するために使用される照明系を含む。例えば、レチクルを均一な放射照度を有する照明フィールドで照明することが必要になる。ステップ・アンド・スキャンホトリソグラフィーにおいては、また照明フィールドの寸法を異なる適用及び半導体ダイ寸法に適合させることができるように、照明フィールドの寸法を変更する必要性が存在する。

30

【0004】

若干の照明系は、レチクルの前方に配置されたアレイ又は回折散乱光学部材を含む。散乱光学部材は、引き続き結像されるか又はレチクルにリレーされる所望の光角分散を発生する。

【0005】

40

付加的に、通常使用されるダイ寸法は、 $26 \times 5 \text{ mm}$ 、 $17 \times 5 \text{ mm}$ 及び $11 \times 5 \text{ mm}$ である。従って、標準ズームレンズは、照明フィールドの寸法における変化に適合することを必要とする。しかしながら、半導体基板上に形成されることが所望される異なる特徴が露光光学素子の部分に変更可能な部分干渉性を要求する、マイクロリソグラフィーの分野においては特別の問題が生じる。特に、マイクロリソグラフィーにおいて通常照明光学素子の開口数と、投影系の開口数との比として定義される部分干渉性（ ）は、半導体基板上に形成される特徴の性質に依存して変更することを必要とする、例えばトレンチ形成のための は、線形成のための から異なってもよい。

【0006】

従って、部分干渉性パラメータを大きな範囲にわたって変更することができ、しかも同時

50

に異なるフィールドサイズに適合させることが可能である、簡単なマイクロソグラフィ系を開発する必要性が存在する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、変更可能な部分干渉性及びフィールドサイズを有するマイクロソグラフィ系を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題は、特許請求の範囲に記載のマイクロソグラフィ系により解決される。

10

【0009】

本発明の1つの利点は、連続的に調節可能な部分干渉性及び不連続的に調節可能なフィールドサイズを有するマイクロソグラフィ系を提供することが可能であることである。

【0010】

本発明のもう1つの利点は、部分干渉性とフィールドサイズの両者を連続的に変更することができるマイクロソグラフィ系を提供することが可能であることにある。

【0011】

本発明のもう1つの利点は、簡単な光学素子を使用して前記対物レンズを達成することができるマイクロソグラフィ系を提供することが可能であることにある。

20

【0012】

本発明の更なる特徴及び利点は、以下に記載されており、かつ一部は以下の記載から明らかであるか、又は本発明を実施することにより教示される。本発明の対象及びその他の利点は、以下の記載及び請求項並びに添付図面に明示されている構造により実現及び達成される。

【0013】

具体化しかつ広範囲に記載すれば、前記のかつその他の利点を達成するためかつ本発明の目的に基づき、照明源、対物レンズ側からの順序で、(a)照明源からの照明を受光する第1の回折光学部材、(b)ズームレンズ、(c)第2の回折光学部材、(d)コンデンサレンズ、(e)リレーレンズ及び(f)レチクルからなる照明光学系、及び基板上に前記レチクルを結像する投影光学系からなり、前記マイクロソグラフィ系がズーム可能な開口数を提供するマイクロソグラフィ系が提供される。

30

【0014】

本発明の別の態様によれば、照明源、前記照明源からの照明を受光する照明光学系、及び前記照明系からの照明を受光する投影光学系からなり、前記照明系の開口数と前記投影光学系の開口数との比が連続的に変更可能であり、一方フィールドサイズが不連続に変更可能であるマイクロソグラフィ系が提供される。

【0015】

本発明の別の態様によれば、対物レンズ側からの順序で、第1の回折光学部材、ズームレンズ、矩形開口数 (rectangular numerical aperture) を有する第2の回折光学部材、コンデンサレンズ及びリレーレンズからなるマイクロソグラフィ用の照明系が提供される。

40

【0016】

本発明の別の態様によれば、対物レンズ側からの順序で、(a)第1の側の第1の回折光学部材及び第2の側の第2の回折光学部材を有するズームレンズ、(b)コンデンサレンズ、及び(c)リレーレンズを含む照明系、及び投影光学系からなり、照明系の開口数と投影光学系の開口数との比が連続的に変更可能であるマイクロソグラフィ系が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0017】

50

【図 1】本発明の 1 実施例の概略的構成図である。

【図 2】レンズ配置を示す、図 1 の実施例の別の概略図である。

【図 3】本発明の別の実施例の概略的構成図である。

【図 4 A】本発明の実施例で使用されるコンデンサレンズを示す光線奇跡図である。

【図 4 B】本発明の実施例で使用されるコンデンサレンズを示す光線奇跡図である。

【図 4 C】本発明の実施例で使用されるコンデンサレンズを示す光線奇跡図である。

【図 5 A】本発明の実施例で使用されるリレーレンズを示す光線奇跡図である。

【図 5 B】本発明の実施例で使用されるリレーレンズを示す光線奇跡図である。

【図 6 A】本発明の実施例で使用されるズームレンズを示す光線奇跡図である。

【図 6 B】本発明の実施例で使用されるズームレンズを示す光線奇跡図である。

10

【図 7】図 1 に示されたような、照明系の全体的設計を示す図である。

【図 8】回折光学素子のためのチェンジャー機構を示す写真である。

【図 9】図 7 の実施例で使用されるダイナミック調節スリットを示す写真である。

【図 10】図 7 の実施例で使用されるフィールドフレーミングアセンブリを示す写真である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

前記の一般的記載及び以下の詳細な記載も例示及び説明のためのものであって、特許請求の範囲に記載の発明を更に説明することを目的としたものであると理解されるべきである。

20

【実施例】

【0019】

以下に、本発明の実施例を示す添付図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0020】

近年、半導体デバイス製造において使用されるホトリソグラフィは、寸法におけるデバイス特徴の縮小に伴い、漸進的に短い波長に移行して来た。サブミクロン及びサブ 0.1  $\mu$  範囲への特徴寸法の縮小に伴い、半導体製造者は紫外光の使用、かつ若干の場合には軟 X 線リソグラフィ（又は遠 UV）に移行して来た。例えば、248、193 及び 157 nm 領域の光を放出するエキシマーレーザが、半導体デバイス製造においてはますます使用される。現代のマикроリソグラフィ系装置における照明源は、前述のように、典型的には可視光レーザ、エキシマーレーザ、又は場合により軟 X 線源である（用語“光”と“照明”は、以後交換可能にホトレジスト露光のために使用される任意の電磁線を表すものと理解されるべきである）。これらの波長の使用は、半導体製造装置、特にエキシマーレーザからのビームをフォーカス及び成形するために使用される光学素子の設計者に対する特殊なチャレンジを表す。本発明においては、248 及び 193 nm 源のためには溶融シリカガラスが有利であるが、一方 157 nm 源は、典型的にはビームを有効にフォーカスしかつ成形するためにフッ化カルシウム又はフッ化バリウムから製造された光学部材を必要とする。

30

【0021】

記載の実施例では、屈折及び反射光学部材の両者を利用する。しかしながら、当業者には、反射表面の使用はしばしば発明の基本的原理よりむしろ、技術的及び設計的重要性により必要とされることは自明のことである。そのために、以下の記載において、反射（折曲げ）光学部材の使用は、厳密には技術的設計選択に基づき必要とされるものであり、かつそれらの使用は本発明を実施するためには不必要である。

40

【0022】

図 1 は、本発明の有利な 1 実施例の基本的構成を示すものである。以下に示す図面においては、適当であれば、寸法はミリメートルであると認識されるべきである。

【0023】

図 1 で認識できるように、本発明の実施例は、照明源（図示されていない）によって照明される回折光学部材 101（DOE 1）を含む。

50

## 【 0 0 2 4 】

第 1 の回折光学部材 1 0 1 ( D O E 1 ) は、回折を行うために通常使用される任意の部材、例えば球面マイクロレンズの 2 - D アレイ、フレネルレンズ、回折格子等であってよい。

## 【 0 0 2 5 】

図 1 に示されているように、系透視図から、第 1 の回折光学部材 1 0 1 の後方のビームの開口数は、ほぼ 0 . 0 6 5 である。

## 【 0 0 2 6 】

更に図 1 から理解できるように、第 1 の回折光学部材 1 0 1 を通過した後に、次いでビームはズームレンズ 1 0 2 を照明する。この実施例においては、ズームレンズ 1 0 2 は、2 2 1 . 5 ~ 1 1 0 7 . 7 m m の焦点距離を有する 5 × ズーム球面レンズである。この箇所でのビームの直径は 1 8 0 m m である。更に、ズームレンズ 1 0 2 は図 6 に示されている。当業者には、該ズームレンズ 1 0 2 は所望によりより多く又は少ない部材を使用できることは自明のことである。その 1 つ ( 6 枚構成設計 ) は、以下の構成によって示される ( C O D E V 出力 ) :

## 【 0 0 2 7 】

【表 1】

	RDY	THI	GLA	
> OBJ:	無限遠	無限遠		
STO:	無限遠	8.000000		
2:	-25.24705	5.000000	'CaF2'	
3:	55.68759	16.548834		
4:	-48.92714	25.342815	'CaF2'	10
ASP:				
K :	1.779039	KC :	0	
IC :	YES	CUF:	0.000000	CCF: 100
A :	0.146865E-05	B :	0.705843E-08	C :-.823569E-11 D :0.127469E-13
AC :	0	BC :	0	CC : 0 DC : 0
5:	-36.47260	194.914260		20
6:	170.18706	28.207990	'CaF2'	
7:	510.72551	17.527333		
8:	141.82233	51.966932	'CaF2'	
9:	-277.74471	12.376464		
ASP:				
K :	-3.017335	KC :	0	30
IC :	YES	CUF:	0.000000	CCF: 100
A :	0.913504E-07	B :-.173047E-11	C :-.291669E-15	D :0.148478E-19
AC :	0	BC :	0	CC : 0 DC : 0
10:	-297.59579	10.000000	'CaF2'	
11:	143.26243	1101.010134		40
12:	-352.19780	11.373314	'CaF2'	
13:	-154.19122	187.731924		

【 0 0 2 8 】

## 【表 2】

ASP:

K : -500.000000 KC : 0

IC : YES CUF: 0.000000 CCF: 100

A : -.125463E-05 B : 0.451681E-09 C : -.724157E-13 D : 0.418162E-17

AC : 0 BC : 0 CC : 0 DC : 0

10

IMG: 無限遠 0.000000

## 仕様データ

EPD 27.66000

DIM MM

20

WL 157.63

XAN 0.00000 0.00000 0.00000

YAN 0.00000 1.85600 3.71900

WTF 3.00000 2.00000 2.00000

VUY 0.00000 0.00000 0.00000

VLY 0.00000 0.00000 0.00000

30

## 屈折率

ガラスコード 157.63

'CaF2' 1.558739

【 0 0 2 9 】

40

【表 3】

## ズームデータ

	POS 1	POS 2	POS 3	
VUY F1	0.00000	0.00000	0.00000	
VLY F1	0.00000	0.00000	0.00000	10
VUY F2	0.00000	0.00000	0.00000	
VLY F2	0.00000	0.00000	0.00000	
VUX F1	0.00000	0.00000	0.00000	
VLX F1	0.00000	0.00000	0.00000	
VUX F2	0.00000	0.00000	0.00000	
VLX F2	0.00000	0.00000	0.00000	
THI S5	194.91426	1.00000	1.00000	20
THC S5	0	0	0	
THI S7	17.52733	86.68062	1.45028	
THC S7	0	0	0	
THI S9	12.37646	137.13744	222.36778	
THC S9	0	0	0	30

【 0 0 3 0 】

【表 4】

	POS 1	POS 2	POS 3	
無限遠共役				
EFL	221.5400	664.6200	1107.7000	
BFL	164.6663	35.0875	11.1078	
FFL	115.3771	610.2350	1583.8486	10
FNO	8.0094	24.0282	40.0470	
IMG DIS	187.7319	187.7319	187.7319	
OAL	1482.2681	1482.2681	1482.2681	
近軸像				
HT	14.4001	43.2004	72.0006	
ANG	3.7190	3.7190	3.7190	20
入射瞳				
DIA	27.6600	27.6600	27.6600	
THI	0.0000	0.0000	0.0000	
射出瞳				
DIA	53.1110	30.1251	19.3446	
THI	590.0538	758.9393	785.8026	
STO DIA	27.6600	27.6600	27.6600	30

## 【 0 0 3 1 】

更に、図 1 に示されているように、この実施例においては光路を折曲げることにより全体的ツール寸法を処理しかつ短縮するために折曲げ部材（ミラー）103を使用することができる。前述のように、ミラー103の使用は任意でありかつ一般に技術/設計選択によって決定される。

## 【 0 0 3 2 】

折曲げミラー103で反射された後に、次いでビームはアキシコン104（有効直径170mm）を照明する。該アキシコン104を通過した後に、ビームは、Yディメンション（dimension）が0.046~0.009及びXディメンションが0.053~0.011の矩形開口数を有する。

## 【 0 0 3 3 】

アキシコン104を通過した後に、次いでビームは第2の回折光学部材（DOE2）105を通過する。該第2の回折光学部材105は、有利にはバイナリー回折アレイである。1例は、円柱マイクロレンズのアレイである。第2の回折光学部材105のための仕様は、以下の通りであってよい：

可干渉距離（mm）、X & Y：

248nm時間的 - 比スペック空間0.35 x 0.15、

193nm時間的 - 3、空間0.6 x 0.085

X & Y ビーム発散度、mrad、  
 $248 \text{ nm} + / - 3.5 \times + / - 3.5$ 、  
 $193 \text{ nm} + / - 1 \times + / - 1.75$ 、  
 ビームサイズ (nm)、X & Y ;  $6 \times 16$  ;  $20 \times 20$  ;  $12 \times 32$ 。

## 【0034】

第2の回折光学部材105を通過した後に、ビームの開口数はほぼ  $0.165 \times 0.04$  である。

## 【0035】

次いで、ビームは球面コンデンサレンズ106を通過する。この実施例で使用可能なコンデンサレンズ106は、以下の特性を有することができる：

10

## 【0036】

## 【表5】

	RDY	THI	GLA
>OBJ:	無限遠	無限遠	
STO:	無限遠	75.000000	
2:	323.84000	5.000000	'CaF2'
3:	INFINITY	491.500000	
4:	-145.94000	5.000000	'CaF2'
5:	106.10000	278.500000	
6:	-2090.20000	15.000000	'CaF2'
7:	-196.34000	50.000000	
IMG:	無限遠	0.000000	

20

## 【0037】

この実施例において、コンデンサレンズ106は340mmの焦点距離を有し（一般に、コンデンサレンズ106は300~400mmの焦点距離を有すべきことが予測される）かつ照明される直径は150~30mmである。

30

## 【0038】

球面コンデンサレンズを通過した後に、ビームは  $0.2125 \sim 0.043$  のズーム可能な円形開口数を有する。次いで、ビームはデリミッター107（即ち、絞り）に達し、それにより  $112 \times 24 \text{ mm}$  の照明フィールドは  $108 \times 22 \text{ mm}$  になる。デリミッター107は、リレーレンズ108（例えば、1Xリレー、又は3X~4Xリレー）の使用により、レチクル109と光学的に共役している。設計目的のために、折曲げ部材110がリレー108内に配置されていてもよい。絞り111は、テレセントリック照明系のためには、リレーレンズ108の中心部に配置されている。

40

## 【0039】

デリミッター107の面とレチクル109の面とを共役させるために、リレーレンズ108が使用されている。1Xリレーレンズ108構成の例を、以下に示す（この場合、10枚構成設計）：

## 【0040】

【表 6】

	RDY	THI	GLA	
> OBJ:	無限遠	73.362171	空気	
1:	169.24669	15.000000	'NCaF2'	
ASP:				
K :	-0.916442			
IC :	YES	CUF: 0.000000		10
A :	0.000000E+00	B :	0.000000E+00	C :
D :	0.000000E+00			
2:	297.03762	280.000000		
3:	607.71047	32.530979	'NCaF2'	
4:	-296.65731	1.000000		20
CON:				
K :	-2.313366			
5:	172.28333	33.841572	'NCaF2'	
6:	4765.41367	1.000000	空気	
7:	129.90270	40.919042	'NCaF2'	30
8:	103.26821	29.576441		
9:	-306.34576	8.000000	'NCaF2'	
10:	162.90100	15.103930		
STO:	無限遠	15.104002		

【 0 0 4 1 】

## 【表 7】

12: -162.90100 8.000000 'NCaF2'  
 13: 306.34576 29.576441  
 14: -103.26821 40.919042 'NCaF2'  
 15: -129.90270 1.000000  
 16: -4765.41367 33.841572 'NCaF2'  
 17: -172.28333 1.000000  
 18: 296.65731 32.530979 'NCaF2'

10

CON:

K : -2.313366

19: -607.71047 280.000000  
 20: -297.03762 15.000000 'NCaF2'  
 21: -169.24669 73.362171

20

ASP:

K : -0.916442

IC: YES CUF: 0.000000

A :0.000000E+00 B :0.000000E+00 C :0.000000E+00 D  
 :0.000000E+00

30

IMG: 無限遠 0.000000 空気

XDE: 0.000000 YDE: 0.000000 ZDE: 0.000000 DAR

ADE: 0.000000 BDE: 0.000000 CDE: 0.000000

## 【 0 0 4 2 】

投影光学系（図示されていない）は、レチクルを半導体ウェーハ上に結像する（典型的には、像寸法を4×によって、26×5mm、17×5mm又は11×5mmに縮小する）。

40

## 【 0 0 4 3 】

当業者にとっては、このような系におけるアキシコン104の使用は、系の光学的特性を改善するが、本発明はそれ無しでも実施できることは十分に理解されることである。また、当業者にとっては、この時点では図1に示した配置が有利であると信じられるが、アキシコン104及び第2の回折光学部材105を逆転することができる（即ち、アキシコン104は第2の回折光学部材105の下流にあってもよい）ことは容易に推察されることである。

## 【 0 0 4 4 】

図2は、一層詳細に該照明系の光学部材の配置を示す。特に、図2は、ズームレンズ1

50

02 (5枚構成設計として示されている)及びその構成部材102a, 102b, 102c, 102d及び102eを示す。更に、図2は、コンデンサレンズ106の構成部材(この場合には、4枚構成レンズとして示されている)及び1×リレー108(この場合には、8枚構成レンズとして示されている)を示す。更に、 $\lambda/4$ 板及びレチクル(マスク)109の位置が示されており、該レチクルは、リレーレンズ108によりデリミッター107の面と光学的に共役されている。

【0045】

図7は、現実のマイクロリソグラフィ系において通常見られる付加的な構成要素を示す、図1の実施例の別の図面である。図1に示された光学部材の全ては、同じ参照番号を使用して図7に示されている。付加的に、図7はまた第2の回折光学部材105のためのチェンジャーユニット701を示す(図8も参照)。異なったフィールドサイズを達成するために、異なった開口数を有する異なった回折光学部材を使用することが必要になることもあるも予測されている。従って、その目的のために図7及び8に示したチェンジャーユニット701を使用することができる。また、必要であれば、第1の回折光学部材101のために類似したチェンジャーユニットを使用することができることも理解されるべきである。

10

【0046】

図7はまた、デリミッター107アセンブリの部分であるダイナミック調節スリット702を示す(図9も参照)。更に、調節スリット702は、US5,966,202に記載されている。これらは、フィールドフレーミングアセンブリ704と一緒に、適切なビームサイズが、レチクル面と光学的に共役されているデリミッター面に存在することを保証するために使用されている。

20

【0047】

図7はまた、クリーンアップアパーチャアセンブリ703を示し、これはリレーレンズの中心部でテレセントリック絞りとして使用される(図10及びUS6,307,619も参照)。

【0048】

図7はまた、レチクル109の面の上でかつリレーレンズ108の最後の光学部材(レンズ)の下の $\lambda/4$ 板112の位置を示す。

【0049】

不連続のフィールドサイズ(26×5mm、17×5mm又は11×5mm)の露光のために使用される系の本発明の有利な実施例を記載したが、該系は連続的に変更可能なフィールドサイズを有するために構成することができることも予測される。このことは、第2の回折光学部材105に類似して、光路内に別の回折光学部材を加えることにより達成することができる。コンデンサレンズと第2の回折光学部材の間に配置することができる、前記のような1つ又は2つの部材(例えば付加的なバイナリー回折アレイ、又は円柱マイクロレンズアレイ)を加えることにより、及びその位置を光軸に沿って調節することにより、ウェーハでの連続的に変更可能な部分干渉性及び連続的に変更可能なフィールドサイズの両者を有するマイクロリソグラフィ系を達成することが可能である。

30

【0050】

投影光学系(図示されていない)の使用は、当該技術において周知であり、かつウェーハにレチクル像を結像させる典型的には4×レンズである。

40

【0051】

以下の別の実施例の記載及び相応する図面においては、図1の実施例と同じ部材を示すためには同じ参照番号を使用する。

【0052】

図3は、本発明の別の有利な実施例の基本的構成を示す。図3に見ることができるように、本発明のこの実施例は、照明源(図示されていない)によって照明される回折光学部材101を含む。

【0053】

50

第1の回折光学部材(DOE1)101は、回折を形成するために通常使用される任意の回折又は反射部材、例えば球面マイクロレンズのアレイ、フレネルレンズ、回折格子等であってよい。第1の回折光学部材101の後方のビームの開口数はほぼ0.065(円形)である。

【0054】

更に図3から明らかなように、DOE1 101を通過した後に、次いで光はズームレンズ102を照明する。この実施例においては、ズームレンズ102は、196~982mmの焦点距離を有する5×ズーム球面レンズである。この箇所でのビームの直径は135mmである。この実施例においては、ズームレンズ102は5枚構成レンズである。

【0055】

ズームレンズ102を通過しかつ折曲げミラー103で反射された後に、次いでビームはアキシコン104を照明する。アキシコン104を通過した後に、ビームは、Yディメンションが0.46~0.009及びXディメンションが0.053~0.011の矩形開口数を有する。

【0056】

アキシコン104を通過した後に、次いでビームは第2の回折光学部材(DOE2)105を通過する(ビーム直径135mm)。第2の回折光学部材105は、有利にはバイナリー回折アレイである。1つの例は、円柱マイクロレンズのアレイである。第2の回折光学アレイ105を通過した後に、ビームの開口数は0.2×0.04になる。

【0057】

次いで、ビームはコンデンサレンズ106を通過する。この実施例においては、コンデンサレンズ106は300mmの焦点距離を有しかつ照明される直径は120~25mmである。

【0058】

球面コンデンサレンズを通過した後に、ビームは0.2125~0.043のズーム可能な円形開口数を有する。次いで、ビームはデリミッター107(即ち、絞り)に達し、それにより120×24mmの照明フィールドは108×22mmになる。デリミッター107は、リレーレンズ108の使用により、レチクル109と光学的に共役されている。デリミッター107の面とレチクルの面とを共役させるために、リレーレンズ108が使用されている。設計目的のために、折曲げ部材110がリレー108内に配置されていてもよい。絞り111は、テレセントリック照明系のためには、リレーレンズの中心部に配置されている。

【0059】

投影光学系(図示されていない)は、レチクル109を半導体ウェーハ上に結像する(典型的には、4×によって像寸法を縮小する)。

【0060】

当業者にとっては、レチクルとデリミッターの光学面は互いに共役されているので、本発明を実施するためにはリレーレンズは常には必要ではないことは容易に理解されることである。しかしながら、最も実地的な系においては、機械的束縛に基づき、レチクル面のフィールドの適切な寸法を保証するためにリレーレンズが使用されている。

【0061】

更に、フィールドサイズも、機能が前記の第2の回折光学部材105に類似している付加的な第2の回折光学部材を使用することにより連続的にすることができることは十分に理解されることである。選択的に、より複雑なズームレンズ、又は第2ズームレンズの使用を、同じ目的のために使用することができる。

【0062】

更に、本発明は、必要であれば、まさに低い部分干渉性、例えば0.001の使用のためにも利用可能であると理解されるべきである。このことを達成するためには、より複雑なズームレンズ(又は多重ズームレンズ)が必要となる。

【0063】

10

20

30

40

50

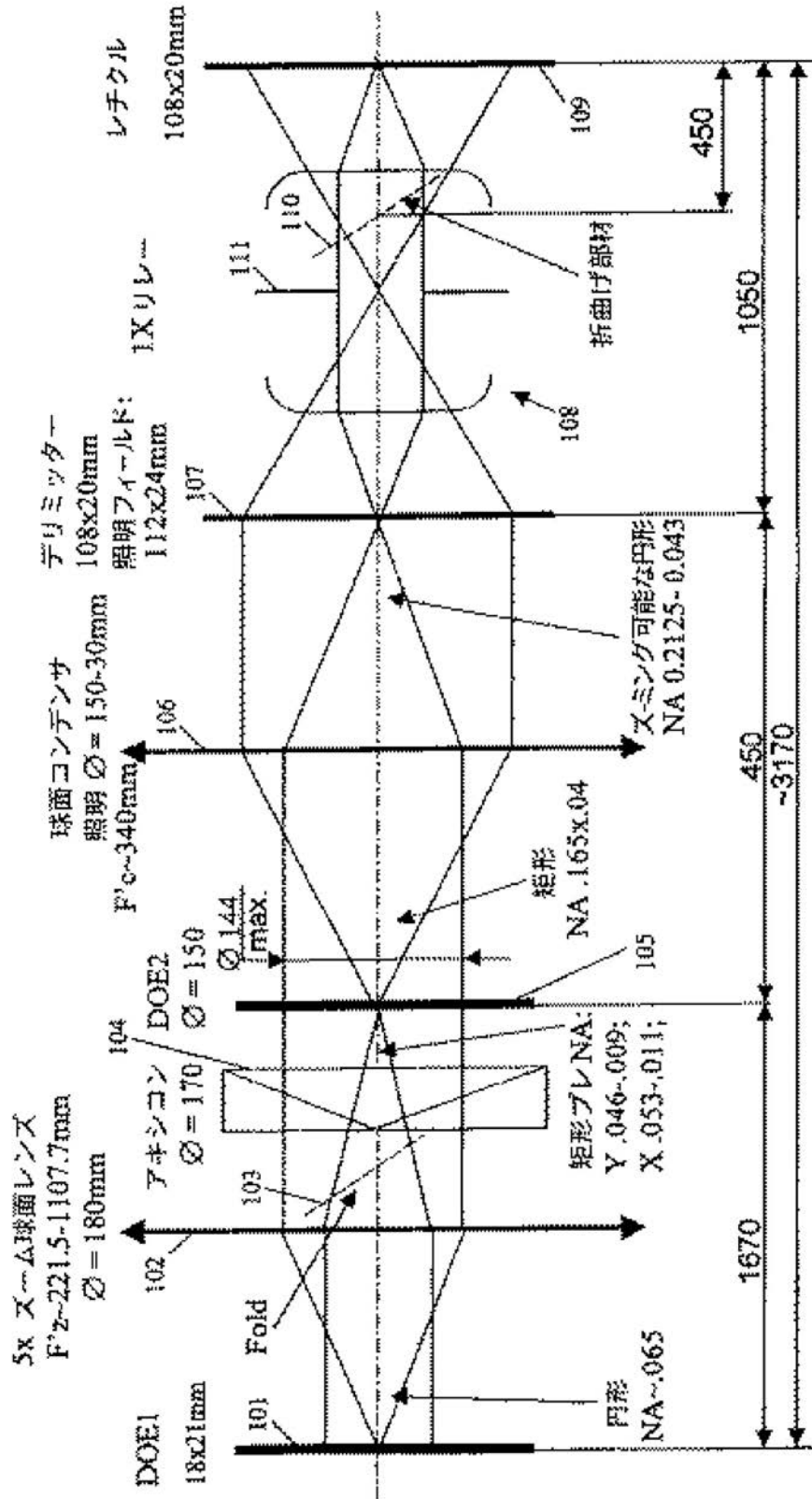
当業者にとっては、本発明の思想又は範囲を逸脱することなく、本発明に対して種々の変化及び変更を行うことができることは自明なことである。従って、本発明は、特許請求の範囲及びそれらの同等思想に含まれる、本発明の修正及び変更をカバーするものと見なされるべきである。

【符号の説明】

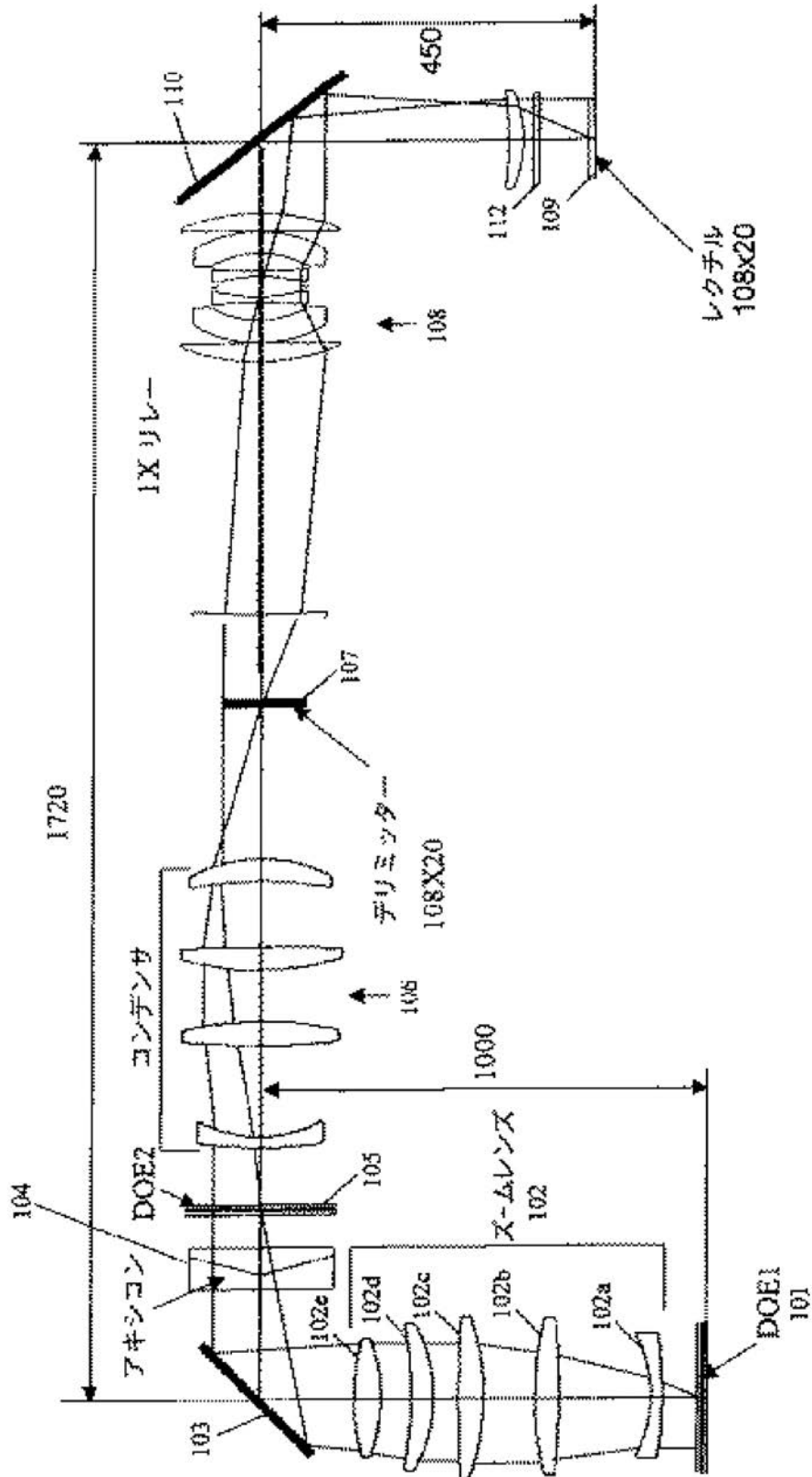
【 0 0 6 4 】

1 0 1 第1の回折光学部材(DOE1)、 1 0 2 ズームレンズ、1 0 2 a ~ e ズームレンズの構成部材、 1 0 3 折曲げ部材(ミラー)、 1 0 4 アキシコン、 1 0 5 第2の回折光学部材(DOE2)、 1 0 6 球面コンデンサレンズ、 1 0 7 デリミッター(絞り)、 1 0 8 リレーレンズ、1 0 9 レチクル(マスク)、 1 1 0 折曲げ部材、 1 1 1 絞り、 1 1 2 / 4 板、 7 0 3 クリーンアップアパーチャアセンブリ、 7 0 4 フィールドフレーミングアセンブリ

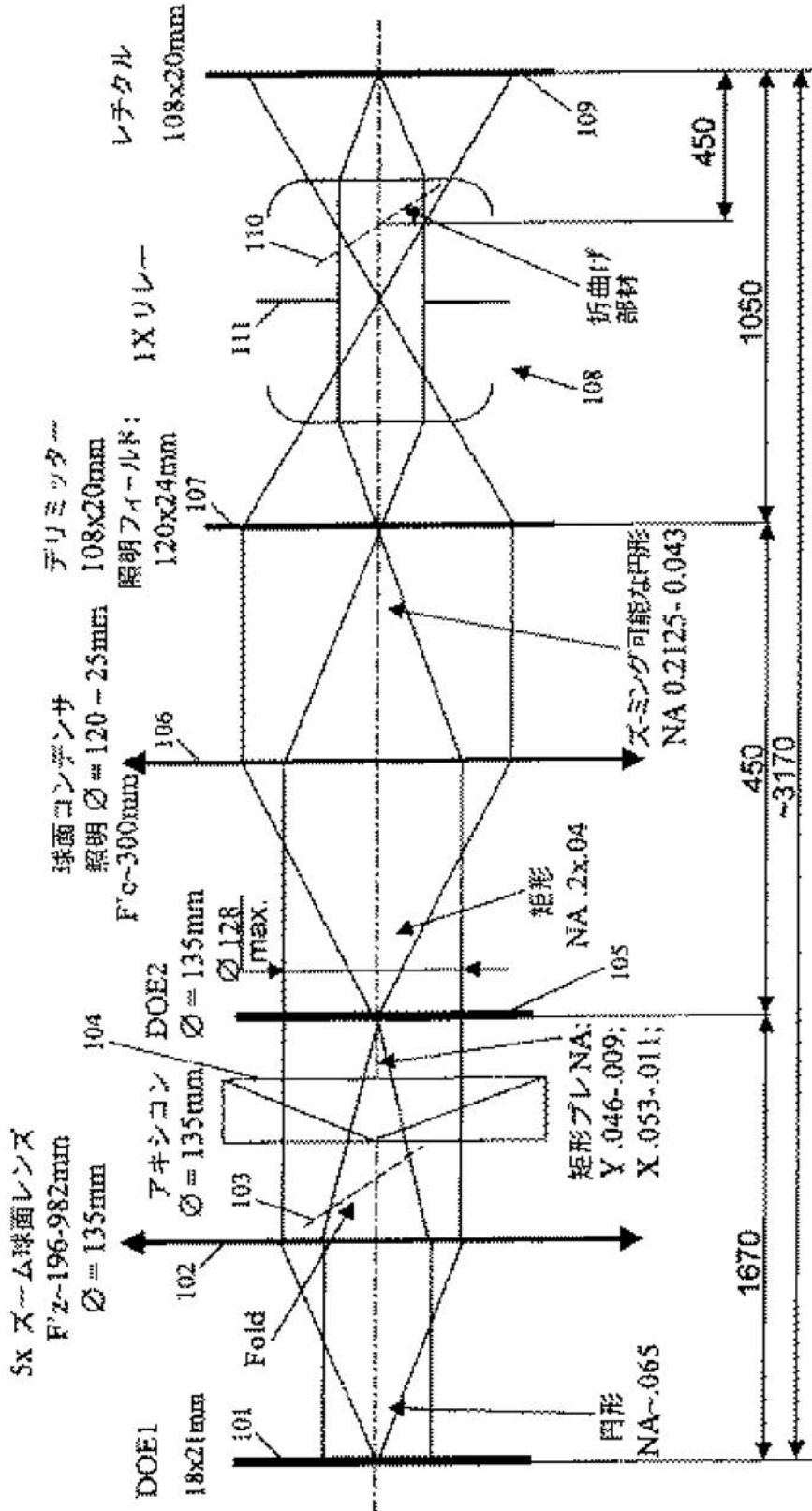
【図1】



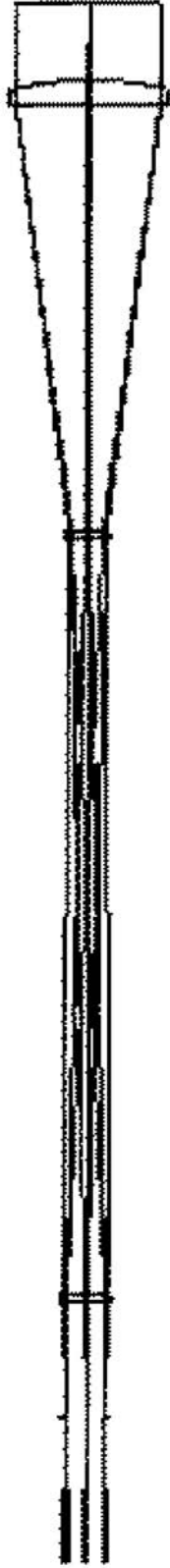
【 図 2 】



【 図 3 】

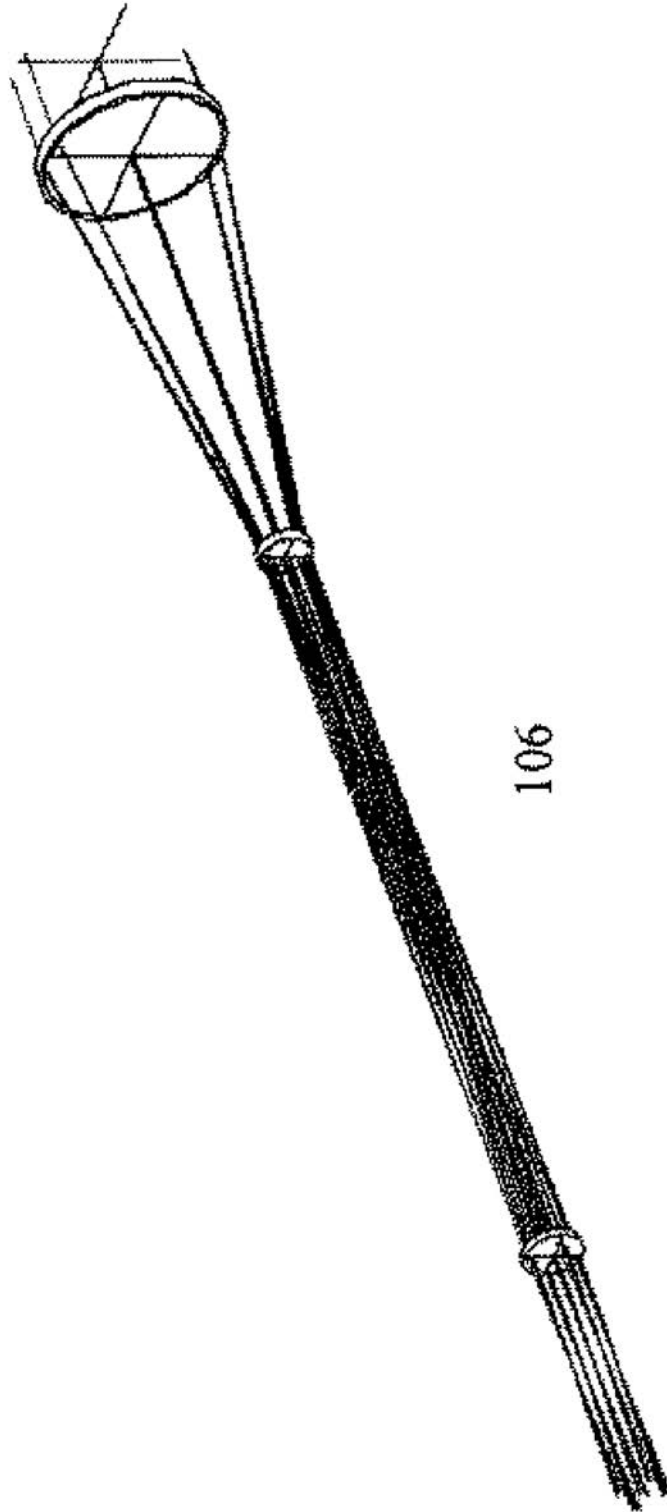


【図4A】

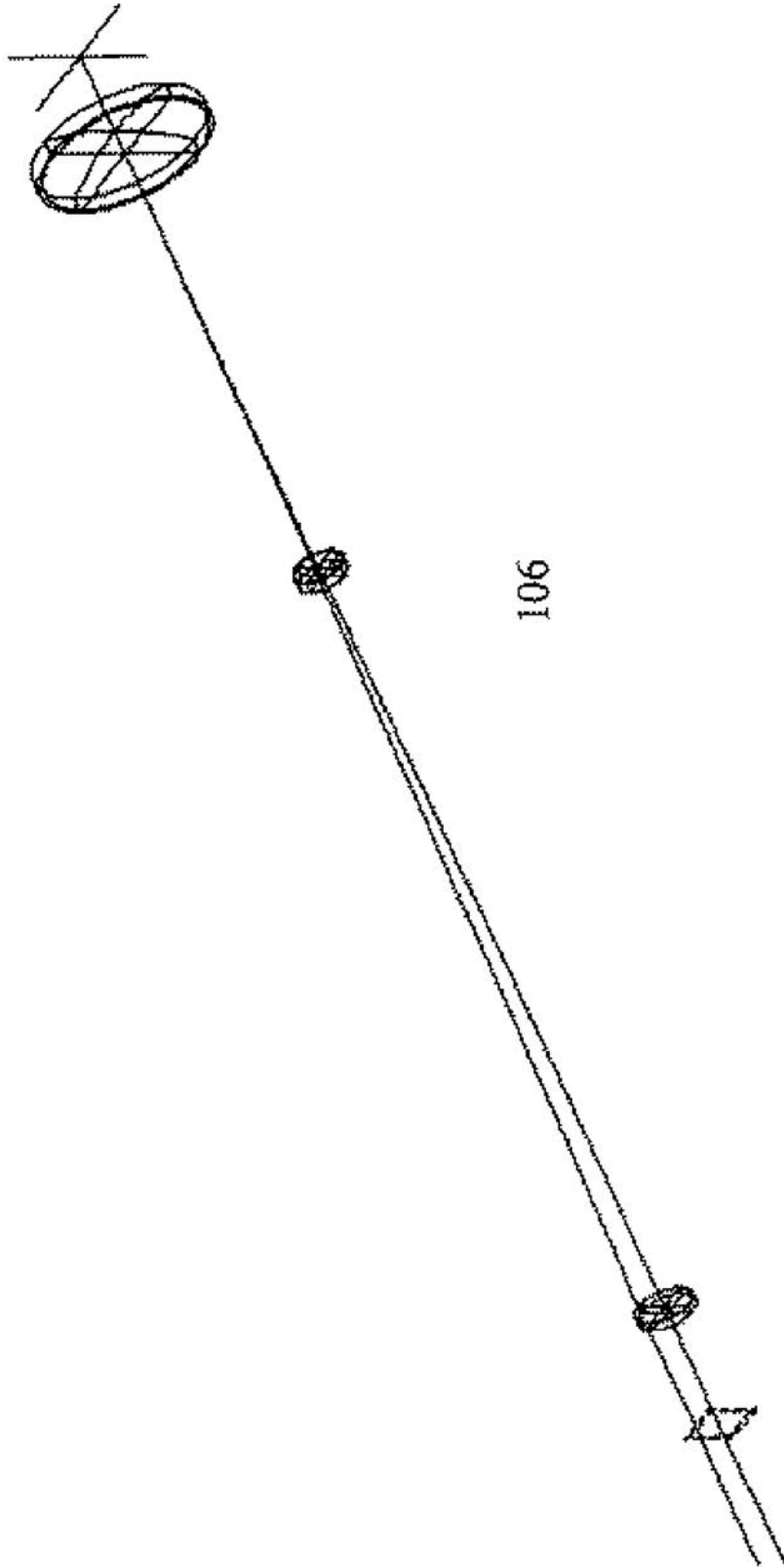


球面コンテナー  
106

【図 4 B】

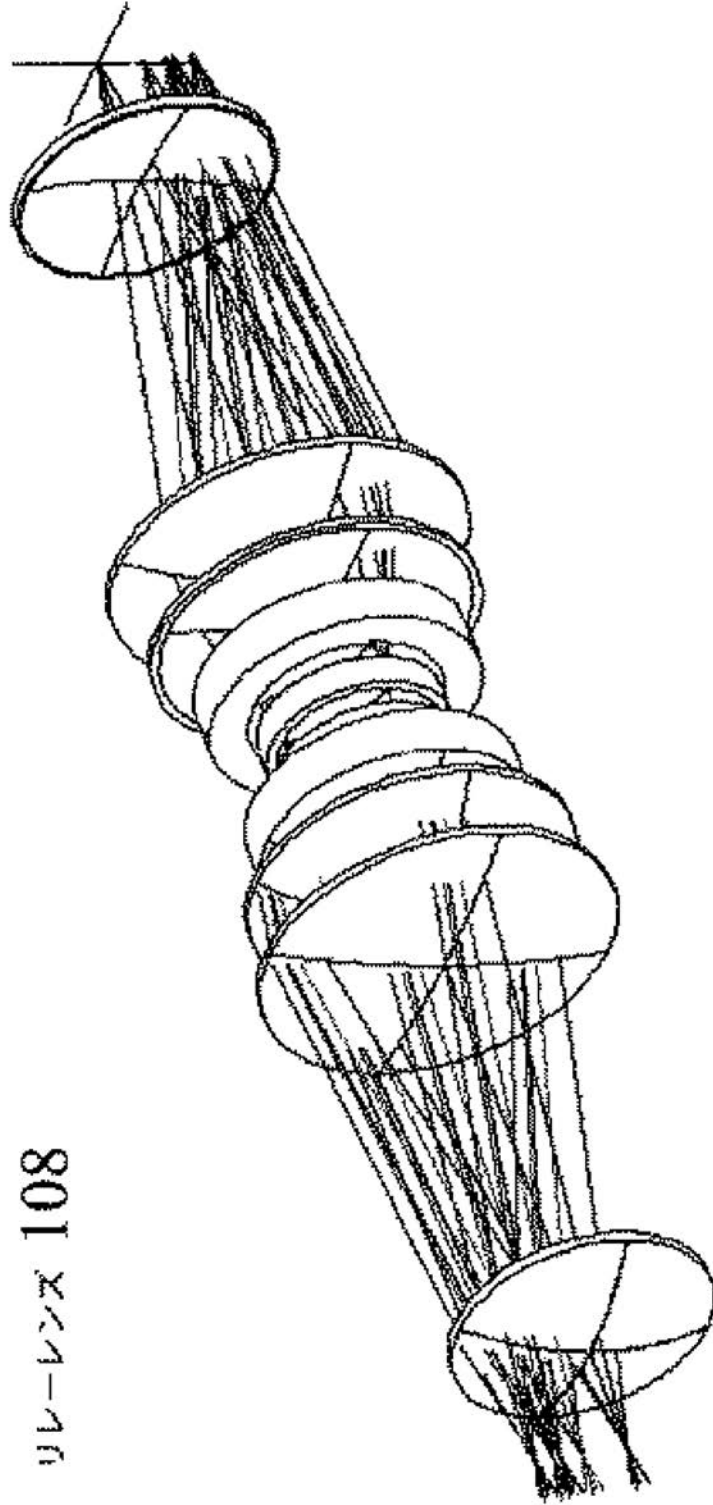


【図4C】



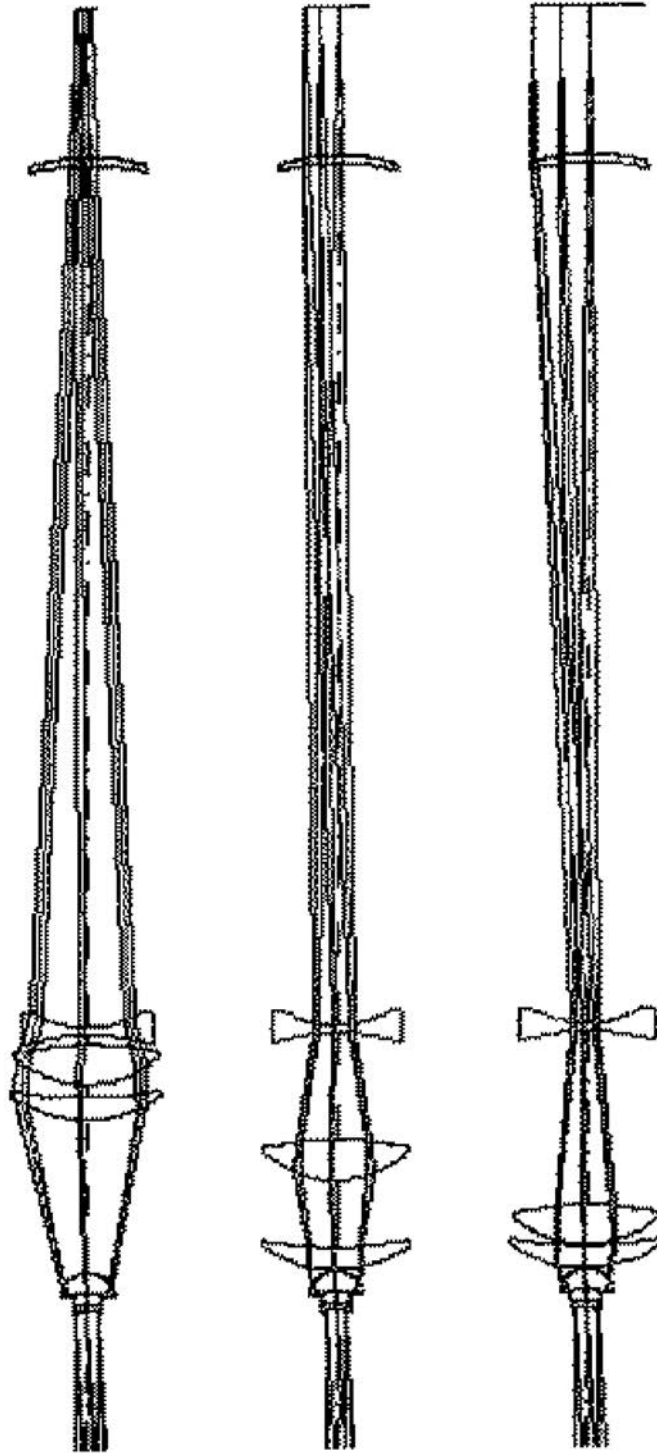


【図5B】



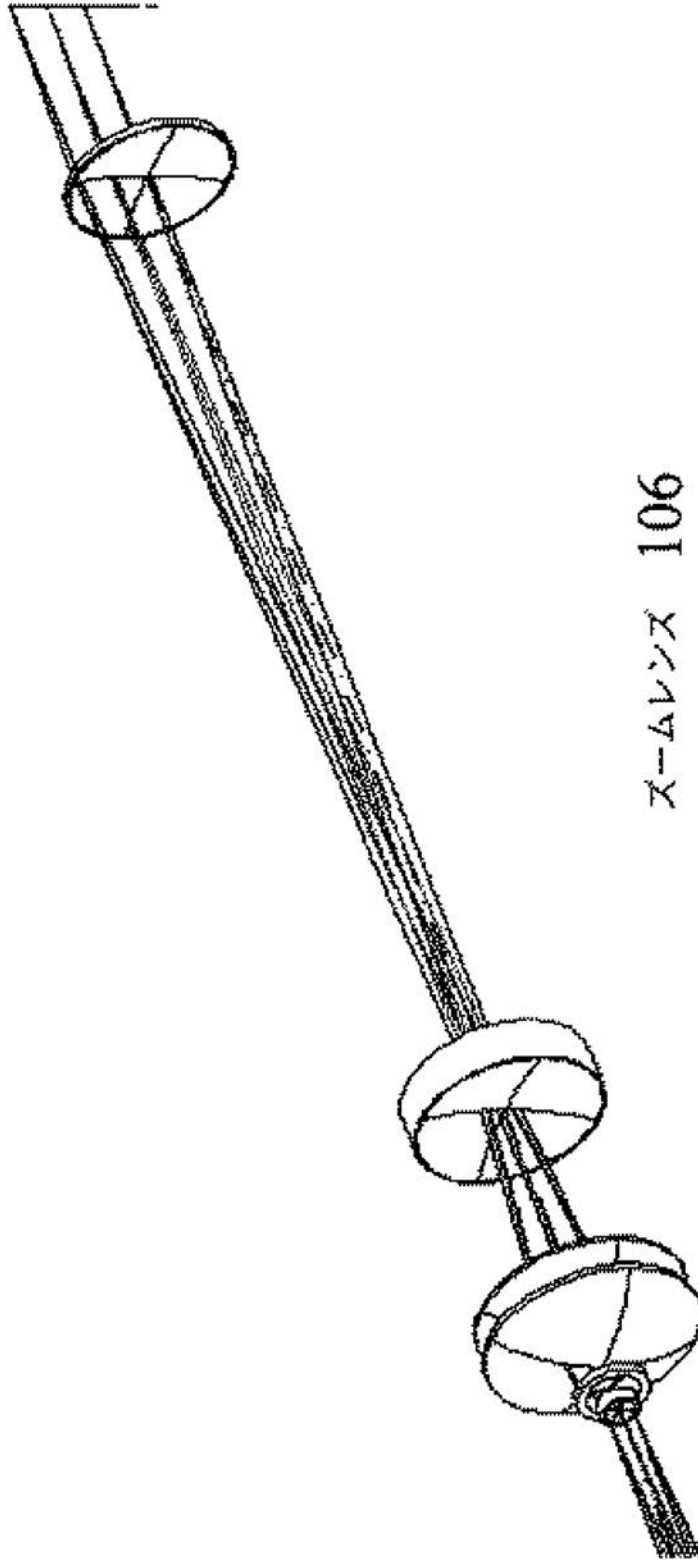
【図6A】

5X ス-△V>ズ 102

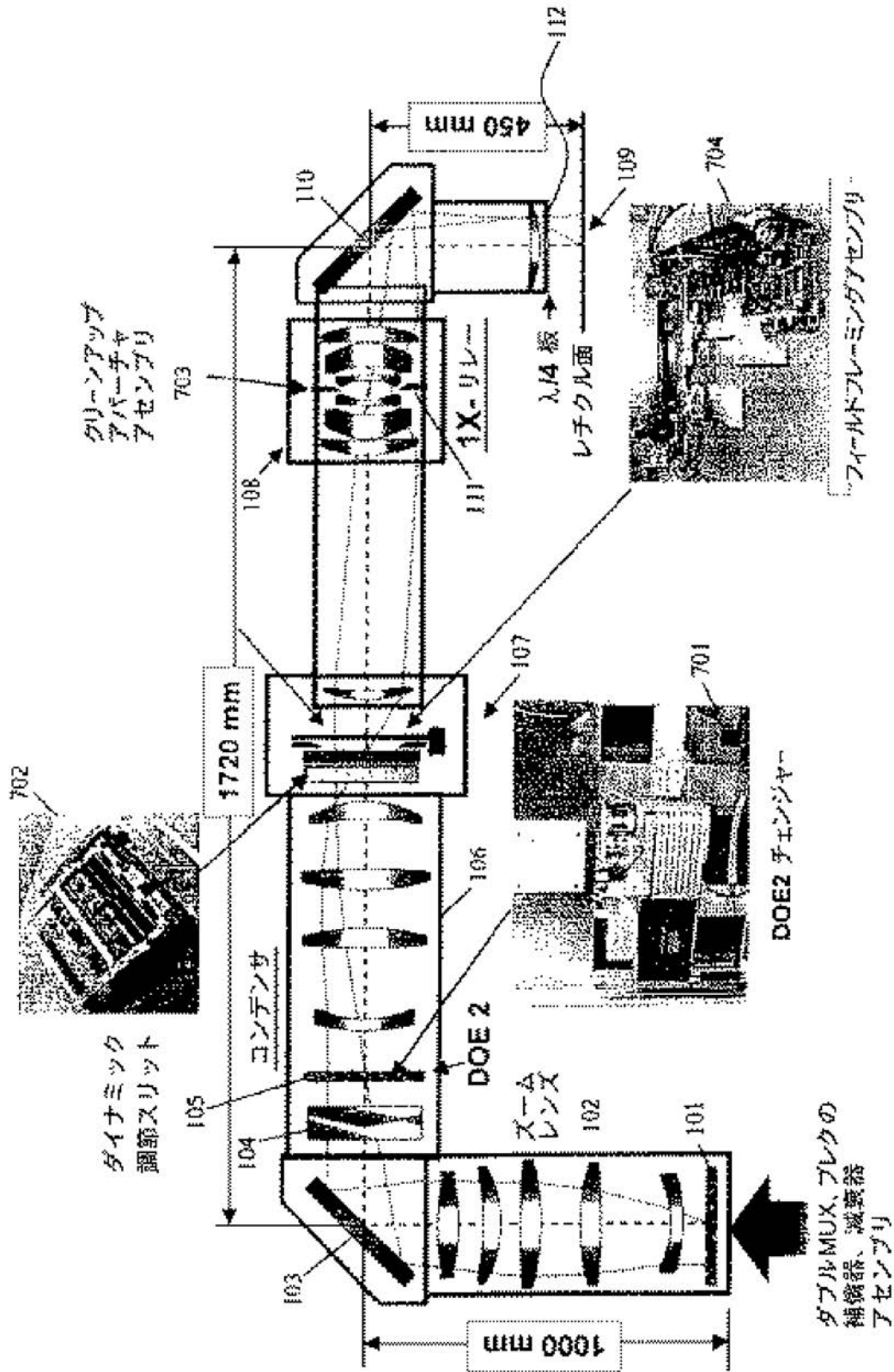


$F'_{\min}=221.5 \text{ mm}$ ;  $F'_{\max}=1107.7 \text{ mm}$ .

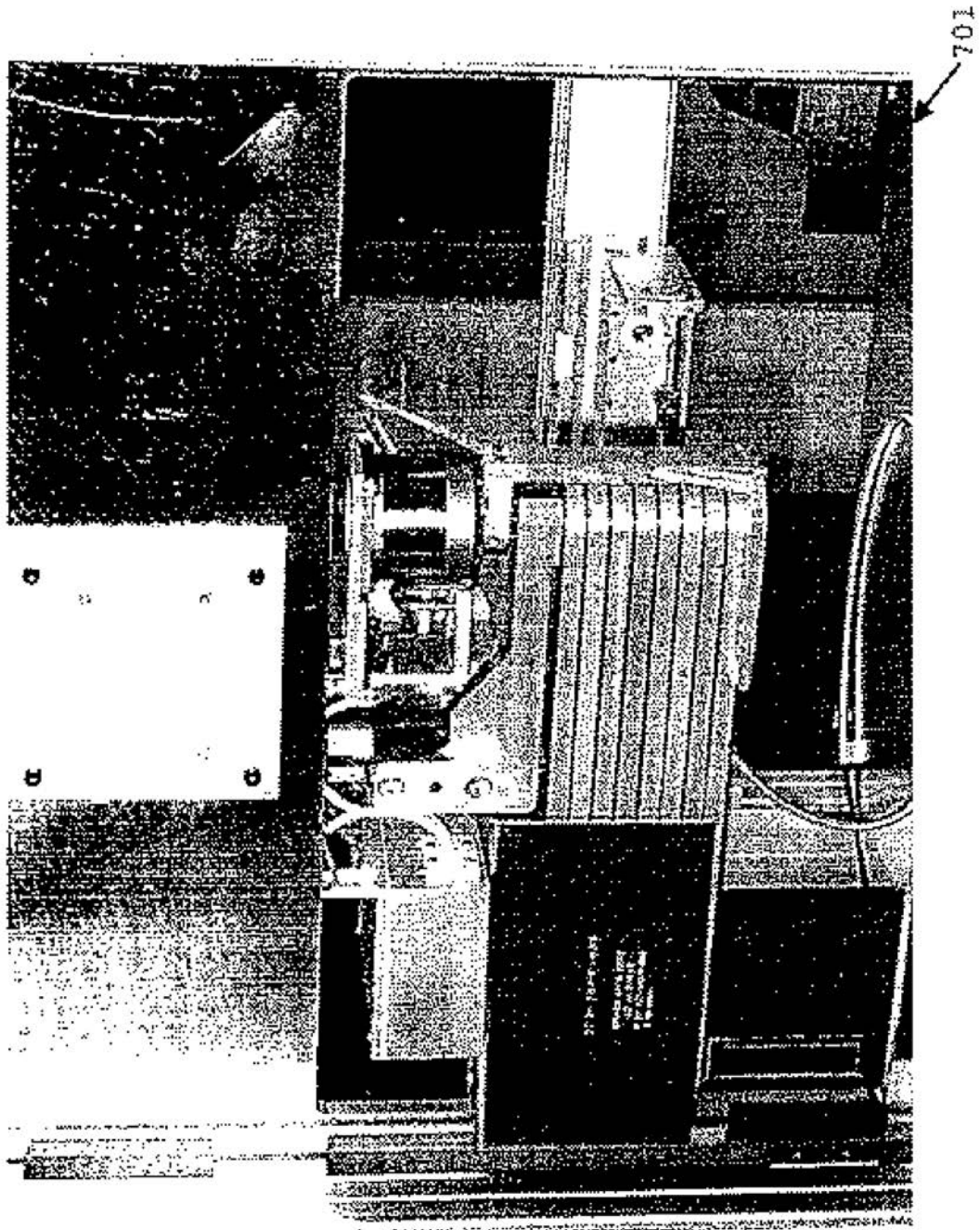
【図6B】



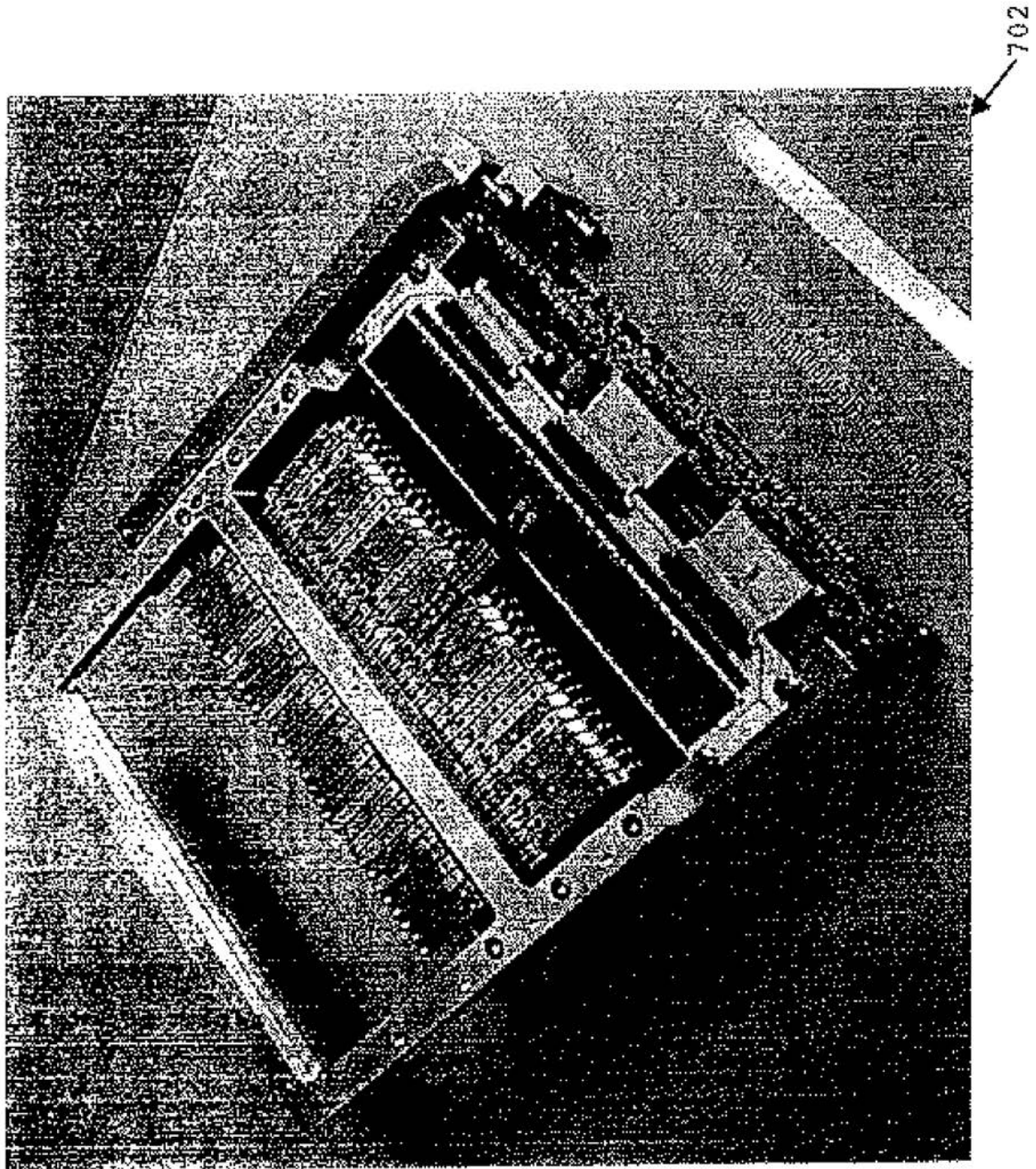
【図7】



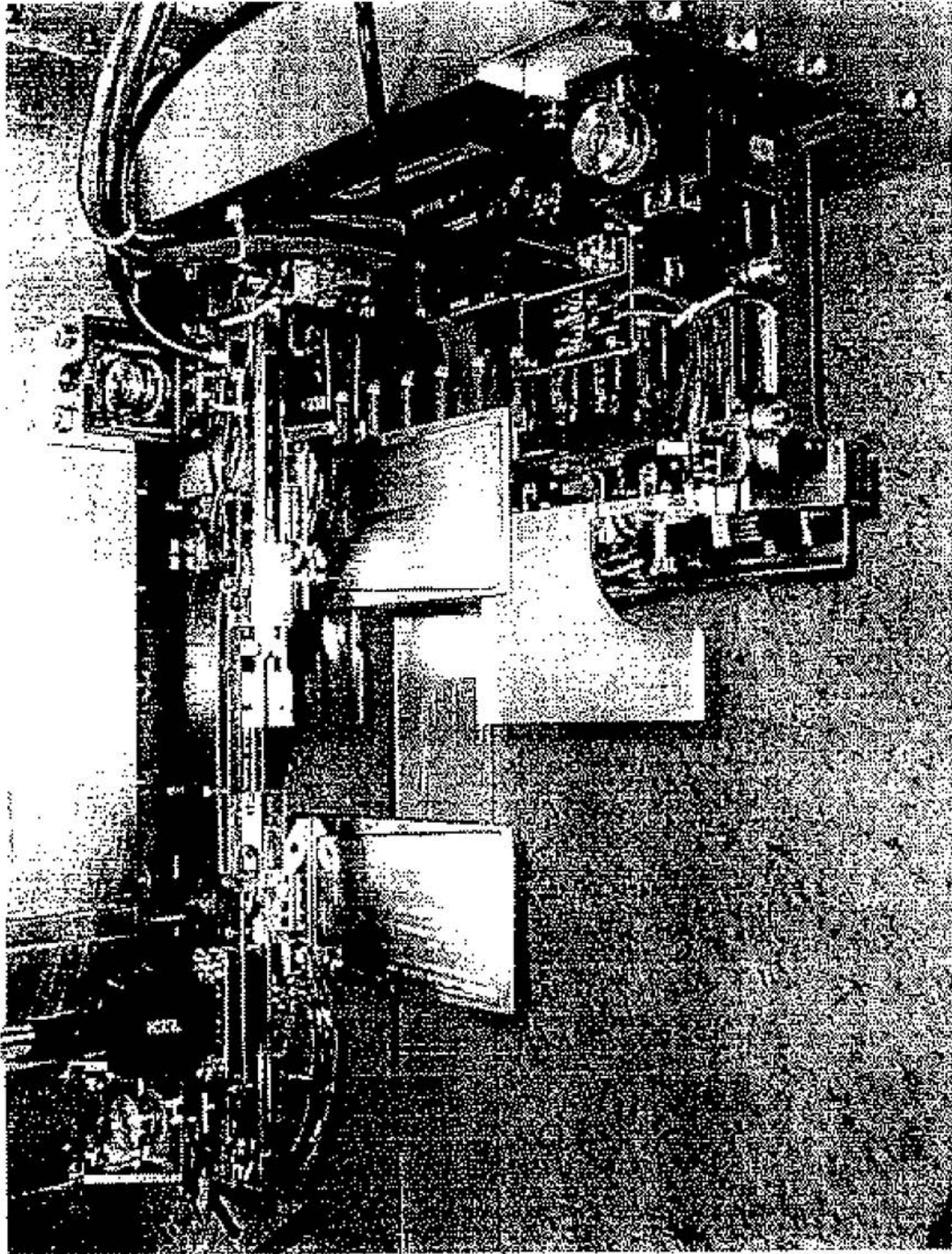
【 図 8 】



【図9】



【図10】



704

## フロントページの続き

- (72)発明者 レヴ リツィコフ  
アメリカ合衆国 コネティカット ノーウォーク ニュータウン アヴェニュー 136 ナンバ  
ー7
- (72)発明者 スコット コストン  
アメリカ合衆国 コネティカット ニュー ミルフォード アーケイディア レーン 16
- (72)発明者 ジェイムズ ツァコイエネス  
アメリカ合衆国 コネティカット サウスパリー オーク ヒル ドライヴ 96
- (72)発明者 ウォルター オーガスティン  
アメリカ合衆国 コネティカット モンロー ウィルタン ドライブ 35

## 合議体

審判長 伊藤 昌哉  
審判官 田部 元史  
審判官 土屋 知久

- (56)参考文献 特開2001-135560(JP,A)  
特開2002-158157(JP,A)  
特開2000-173918(JP,A)  
特開2001-358057(JP,A)  
特開平8-6175(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L21/027,21/30