

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4987966号  
(P4987966)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 3 1 S
GO 3 F	7/20	(2006.01)	GO 3 F	7/20 5 2 1
HO 5 H	1/24	(2006.01)	HO 5 H	1/24

請求項の数 40 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-509462 (P2009-509462)	(73) 特許権者	504151804
(86) (22) 出願日	平成19年4月27日 (2007.4.27)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー、 ブイ、
(65) 公表番号	特表2009-535839 (P2009-535839A)		オランダ国 ヴェルトホーフエン 550 4 ディー アール、デ ラン 6501
(43) 公表日	平成21年10月1日 (2009.10.1)	(74) 代理人	100079108
(86) 国際出願番号	PCT/NL2007/050187		弁理士 稲葉 良幸
(87) 国際公開番号	W02007/129891	(74) 代理人	100109346
(87) 国際公開日	平成19年11月15日 (2007.11.15)		弁理士 大貫 敏史
審査請求日	平成20年12月26日 (2008.12.26)	(72) 発明者	イワノフ、ウラジミール、ピターレビッチ ロシア国、モスクワ 117313、ガリ バルディ エステイーアール 4/2 エ ーピーピー 54
(31) 優先権主張番号	11/417, 211		
(32) 優先日	平成18年5月4日 (2006.5.4)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射生成デバイス、リソグラフィ装置、デバイス製造方法およびそれによって製造したデバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電氣的に操作される放電により放射を生成する装置であって、前記装置は、  
第 1 電極および第 2 電極であって、前記第 1 電極および前記第 2 電極の間にガス媒体におけるプラズマ点火を可能とする距離をおいて構成された第 1 電極および第 2 電極、  
前記第 1 電極への第 1 端子および前記第 2 電極への第 2 端子と電氣的に接続されるコンデンサバンクであって、前記プラズマ点火に必要とされる放電エネルギーを蓄積するように構成され、前記第 1 電極、前記第 2 電極、および前記コンデンサバンクは電気回路を形成し、少なくとも前記第 1 電極は、第 1 供給ラインを介して供給される導電流体によって形成されたコンデンサバンク、  
時間的に変化する規則で前記コンデンサバンクに帯電させるように構成された前記第 1 端子および/または前記第 2 端子に接続されたチャージャ、および  
前記第 1 供給ラインにおける前記第 1 端子の上流に、前記電気回路を電氣的に分離するように設けられた第 1 高インダクタンスユニット  
を含み、  
前記第 1 高インダクタンスユニットは、前記第 1 供給ラインの第 1 コイル状部分を含む装置。

【請求項 2】

前記放射は、EUV放射である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記チャージャは、パルスチャージャである、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記導電流体を部分的に蒸発させるように構成されたレーザービームを提供することにより前記ガス媒体を形成するレーザービーム、をさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 1 コイル状部分は、第 1 飽和コアを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 飽和コアは、ナノ結晶合金を含む群のうちの強磁性体材料を含む、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記ナノ結晶合金は、METGLAS またはフェライトである、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記第 1 高インダクタンスユニットは、0.01 ~ 10 mH のインダクタンスを提供するように構成される、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 9】

前記第 1 供給ラインは、材料がジェットの状態をとる前記第 1 電極を提供するように構成される第 1 ノズルを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記材料は、スズ、インジウム、ガリウム、および/またはリチウムを含む元素の群を含む、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記第 1 電極は、第 1 供給ラインを介して供給される導電流体によって形成され、前記第 2 電極は、第 2 供給ラインを介して供給される導電流体によって形成され、前記第 1 供給ラインは、前記第 1 端子の下流に、材料が第 1 ジェットの形状をとる前記第 1 電極を提供するように構成される第 1 ノズルを含み、前記第 2 供給ラインは、前記第 2 端子の下流に、材料が第 2 ジェットの形状をとる前記第 2 電極を提供するように構成される第 2 ノズルを含み、前記装置は、前記第 2 供給ラインにおける前記第 2 端子の上流に、前記電気回路を電氣的に分離する第 2 高インダクタンスユニットをさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記第 2 高インダクタンスユニットは、前記第 2 供給ラインの第 2 コイル状部分を含む、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記第 1 コイル状部分は、第 1 飽和コアを備え、前記第 2 コイル状部分は、第 2 飽和コアを備える、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】

前記第 1 飽和コアおよび前記第 2 飽和コアの少なくとも 1 つは、ナノ結晶合金を含む群のうちの強磁性体材料を含む、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 15】

前記ナノ結晶合金は、METGLAS またはフェライトである、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記第 1 高インダクタンスユニットおよび前記第 2 高インダクタンスユニットの少なくとも 1 つは、0.01 ~ 10 mH のインダクタンスを提供するように構成される、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 17】

前記材料は、スズ、インジウム、ガリウム、および/またはリチウムを含む元素の群を含む、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 18】

10

20

30

40

50

前記ジェットが小滴に分解した位置に前記材料の前記ジェットを集めるように構成されたりザーバをさらに含む、請求項9に記載の装置。

【請求項19】

前記装置は、前記材料の前記ジェットを集めるように構成されたりザーバ、および、前記第1供給ラインに向けて、前記リザーバに集められた前記材料をフィードバックするように構成されたフィードバックシステム、を含み、前記フィードバックシステムは、

前記リザーバに接続され、集められた前記材料を溶解して前記材料の溶解物を形成するように構成された溶解チャンバ、

前記第1供給ラインに接続され、前記材料の前記溶解物からコンタミを除去するように構成されたフィルタ、および

前記溶解チャンバから前記フィルタに向けて前記溶解物を送り込むように構成されたポンプを含む、請求項9に記載の装置。

【請求項20】

前記リザーバは、前記第1電極に対応する前記ジェットの前記材料を集めるように構成された第1収集ユニットを含み、前記装置は、前記リザーバと前記フィードバックシステムの間の第1フィードバックラインにおいて第3高インダクタンスユニットをさらに備える、請求項19に記載の装置。

【請求項21】

前記第3高インダクタンスユニットは、前記第1フィードバックラインにおいて第3コイル状部分を有する、請求項20に記載の装置。

【請求項22】

前記第3コイル状部分は、第3飽和コアを備える、請求項21に記載の装置。

【請求項23】

前記第3飽和コアは、ナノ結晶合金を含む群のうちの強磁性体材料を含む、請求項22に記載の装置。

【請求項24】

前記ナノ結晶合金は、METGLASまたはフェライトである、請求項23に記載の装置。

【請求項25】

前記第3高インダクタンスユニットは、0.01～10mHのインダクタンスを提供するように構成される、請求項22に記載の装置。

【請求項26】

前記材料の前記第1ジェットを集めるように構成された第1リザーバ、  
前記材料の前記第2ジェットを集めるように構成された第2リザーバ、および  
第1フィードバックラインを介して前記第1リザーバに、および、第2フィードバックラインを介して前記第2リザーバに接続されたフィードバックシステムであって、前記第1供給ラインおよび/または前記第2供給ラインに向けて、前記第1リザーバおよび前記第2リザーバに集められた前記材料をフィードバックするように構成されたフィードバックシステム、を含み、前記フィードバックシステムは、

前記第1リザーバおよび前記第2リザーバに接続され、集められたそれぞれの前記材料を溶解して前記材料の溶解物を形成するように構成された溶解チャンバ、

前記第1供給ラインおよび/または前記第2供給ラインに接続され、前記材料の前記溶解物からコンタミを除去するように構成されたフィルタ、および

前記溶解チャンバから前記フィルタに向けて前記溶解物を送り込むように構成されたポンプを含む、装置であって、

前記装置は、前記第1フィードバックラインにおける前記第1リザーバの下流に、第3高インダクタンスユニットをさらに備え、前記第2フィードバックラインにおける前記第2リザーバの下流に、第4高インダクタンスユニットをさらに備える、請求項11に記載の装置。

【請求項27】

10

20

30

40

50

前記第 3 高インダクタンスユニットは、前記第 1 フィードバックラインの第 3 コイル状部分を有し、前記第 4 高インダクタンスユニットは、前記第 2 フィードバックラインの第 4 コイル状部分を有する、請求項 2 6 に記載の装置。

【請求項 2 8】

前記第 3 コイル状部分は、第 3 飽和コアを備え、前記第 4 コイル状部分は、第 4 飽和コアを備える、請求項 2 7 に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記第 3 飽和コアおよび前記第 4 コアの少なくとも 1 つは、ナノ結晶合金を含む群のうちの強磁性体材料を含む、請求項 2 8 に記載の装置。

【請求項 3 0】

前記ナノ結晶合金は、M E T G L A S またはフェライトである、請求項 2 9 に記載の装置。

【請求項 3 1】

前記第 3 高インダクタンスユニットおよび前記第 4 高インダクタンスユニットの少なくとも 1 つは、0 . 0 1 ~ 1 0 m H のインダクタンスを提供するように構成される、請求項 2 8 に記載の装置。

【請求項 3 2】

放射ビームを調整するように構成された照明システム、  
パターンングデバイスを支持するように構成されたサポートであって、前記パターンングデバイスが、前記放射ビームの断面にパターンを付与して、パターン付き放射ビームを形成するように構成されているサポート、

基板を保持するように構成された基板テーブル、および

前記基板のターゲット部分に前記パターン付き放射ビームを投影するように構成された投影システム、を含み、前記照明システムは、電動放電により放射を生成する装置を含むリソグラフィ装置であって、前記装置は、

第 1 電極および第 2 電極であって、前記第 1 および第 2 電極の間にガス媒体におけるプラズマ点火を可能とする距離をおいて構成された第 1 電極および第 2 電極、および

前記第 1 電極への第 1 端子および前記第 2 電極への第 2 端子と電氣的に接続されるコンデンサバンクであって、前記プラズマ点火に必要とされる放電エネルギーを蓄積するように構成され、前記第 1 電極、前記第 2 電極、および前記コンデンサバンクは電気回路を形成し、少なくとも前記第 1 電極は、第 1 供給ラインを介して供給される導電流体によって形成されたコンデンサバンク、

時間的に変化する規則で前記コンデンサバンクに帯電させるように構成された前記第 1 端子および / または前記第 2 端子 に接続されたチャージャ、および

前記第 1 供給ラインにおける前記第 1 端子の上流に、前記電気回路を電氣的に分離するように構成された第 1 高インダクタンスユニット

を含み、

前記第 1 高インダクタンスユニットは、前記第 1 供給ラインの第 1 コイル状部分を含む、リソグラフィ装置。

【請求項 3 3】

電動放電により放射を生成する装置であって、前記装置は、

第 1 電極および第 2 電極であって、前記第 1 および第 2 電極の間にガス媒体におけるプラズマ点火を可能とする距離をおいて構成された第 1 電極および第 2 電極、および

前記第 1 電極への第 1 端子および前記第 2 電極への第 2 端子と電氣的に接続されるコンデンサバンクであって、前記プラズマ点火に必要とされる放電エネルギーを蓄積するように構成され、前記第 1 電極、前記第 2 電極、および前記コンデンサバンクは電気回路を形成し、前記第 1 電極は、第 1 供給ラインを介して供給される導電流体によって形成され、前記第 2 電極は、第 2 供給ラインを介して供給される導電流体によって形成され、前記第 1 供給ラインは、材料が第 1 ジェットの形状をとる前記第 1 電極を提供するように構成される第 1 ノズルを含み、前記第 2 供給ラインは、材料が第 2 ジェットの形状をとる前記第

10

20

30

40

50

2 電極を提供するように構成される第 2 ノズルを含むコンデンサバンク、  
時間的に変化する規則で前記コンデンサバンクに帯電させるように構成されたチャージャ、

前記第 1 供給ラインにおける前記第 1 端子の上流に設けられた第 1 高インダクタンスユニットであって、前記第 1 供給ラインの第 1 コイル状部分を含む、第 1 高インダクタンスユニット、および

前記第 2 供給ラインにおける前記第 2 端子の上流に設けられた第 2 高インダクタンスユニットであって、前記第 2 供給ラインの第 2 コイル状部分を含む、第 2 高インダクタンスユニット

を含む、装置。

10

【請求項 3 4】

前記放射は、EUV 放射である、請求項 3 3 に記載の装置。

【請求項 3 5】

前記チャージャは、パルスチャージャである、請求項 3 3 に記載の装置。

【請求項 3 6】

前記第 1 コイル状部分および/または前記第 2 コイル状部分は、飽和コアを備える、請求項 3 3 に記載の装置。

【請求項 3 7】

前記飽和コアは、ナノ結晶合金を含む群のうちの強磁性体材料を含む、請求項 3 6 に記載の装置。

20

【請求項 3 8】

前記ナノ結晶合金は、METGLAS またはフェライトである、請求項 3 7 に記載の装置。

【請求項 3 9】

前記第 1 高インダクタンスユニットおよび/または前記第 2 高インダクタンスユニットは、0.01 ~ 10 mH のインダクタンスを提供するように構成される、請求項 3 6 に記載の装置。

【請求項 4 0】

電動放電により放射を生成するように構成された放射源からの放射を提供することであって、前記放射源は、

30

第 1 電極および第 2 電極であって、前記第 1 および第 2 電極の間にガス媒体におけるプラズマ点火を可能とする距離をおいて構成された第 1 電極および第 2 電極、および

前記第 1 電極への第 1 端子および前記第 2 電極への第 2 端子と電氣的に接続されるコンデンサバンクであって、前記プラズマ点火に必要なとされる放電エネルギーを蓄積するように構成され、前記第 1 電極、前記第 2 電極、および前記コンデンサバンクは電気回路を形成し、少なくとも前記第 1 電極は、第 1 供給ラインを介して供給される導電流体によって形成されたコンデンサバンク、

時变的に前記コンデンサバンクに帯電させるように構成された前記第 1 端子および/または前記第 2 端子に接続されたチャージャ、および

前記第 1 供給ラインにおける前記第 1 端子の上流に、前記電気回路を電氣的に分離するように設けられた第 1 高インダクタンスユニットを含み、

40

前記放射からの放射ビームを調整すること、

前記放射ビームにパターンを付与すること、および

基板のターゲット部分に前記パターン付き放射ビームを投影すること、

を含み、

前記第 1 高インダクタンスユニットは、前記第 1 供給ラインの第 1 コイル状部分を含む、デバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、放射生成デバイス、リソグラフィ装置、デバイス製造方法、およびそれによって製造したデバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板上、通常、基板のターゲット部分上に付与する機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路（IC）の製造に用いることができる。その場合、ICの個々の層上に形成される回路パターンを生成するために、マスクまたはレチクルとも呼ばれるパターンングデバイスを用いることができる。このパターンは、基板（例えば、シリコンウェーハ）上のターゲット部分（例えば、ダイの一部、または1つ以上のダイを含む）に転写することができる。通常、パターンの転写は、基板上に設けられた放射感応性材料（レジスト）層上への結像によって行われる。一般には、単一の基板が、連続的にパターンングされる隣接したターゲット部分のネットワークを含んでいる。公知のリソグラフィ装置としては、ターゲット部分上にパターン全体を一度に露光することにより各ターゲット部分を照射する、いわゆるステッパ、および放射ビームによってある特定の方向（「スキャン」方向）にパターンをスキャンすると同時に、この方向に平行または逆平行に基板をスキャンすることにより各ターゲット部分を照射する、いわゆるスキャナが含まれる。パターンを基板上にインプリントすることにより、パターンングデバイスから基板にパターンを転写することも可能である。

10

【0003】

リソグラフィ装置において、基板上に結像できるフィーチャのサイズは、放射ビームの波長によって制限される。より高い濃度のデバイス、よってより速い操作スピードの集積回路を生産するためには、より小さいフィーチャを結像することが望ましい。ほとんどの現在のリソグラフィ投影装置は、水銀ランプまたはエキシマレーザによって生成される紫外線を用いるが、より短い波長の放射（例えば約13nm）を使用することが提案されている。このような放射は、極紫外線（EUV）または軟X線と呼ばれ、可能な放射源には、レーザ生成プラズマ源および放電プラズマ源が含まれる。これらのプラズマ源は高電圧を使用し、操作中の安全性の問題に関するオペレータの認識を必要とする。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来技術に鑑みて性能が向上した放射生成装置を提供することが望ましい。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

その目的を達成するために、一実施形態において、本発明は、電動放電により放射を生成する装置を提供する。当該装置は、第1電極および第2電極であって、前記第1および第2電極の間にガス媒体におけるプラズマ点火を可能とする距離をおいて構成された第1電極および第2電極、および、前記第1電極への第1端子および前記第2電極への第2端子と電氣的に接続されるコンデンサバンクであって、前記プラズマ点火に必要とされる放電エネルギーを蓄積するように構成されたコンデンサバンクを含み、前記第1電極、前記第2電極、および前記コンデンサバンクは電気回路を形成し、少なくとも前記第1電極は、第1供給ラインを介して供給される導電流体によって形成される。

40

【0006】

上記装置は、前記第1端子および前記第2端子の少なくとも1つに接続されて、時变的に前記コンデンサバンクに帯電させるためのチャージャ、および、前記第1供給ラインにおける前記第1端子の上流に、前記電気回路を電氣的に分離するように設けられた第1高インダクタンスユニット、をさらに含み得る。

【0007】

さらに、本発明は、放射ビームを調整するように構成された照明システム、パターンングデバイスを支持するように構成されたサポートであって、前記パターンングデバイスが、前記放射ビームの断面にパターンを付与して、パターン付き放射ビームを形成するよう

50

に構成されているサポート、基板を保持するように構成された基板テーブル、および、前記基板のターゲット部分に前記パターン付き放射ビームを投影するように構成された投影システムを含み、前記照明システムは、電動放電により放射を生成する装置を含む、リソグラフィ装置を提供する。

【0008】

さらに、本発明はそのようなリソグラフィ装置により製造されたデバイスを提供する。

【0009】

また、本発明は、電動放電により放射を生成する装置に関する。当該装置は、第1電極および第2電極であって、前記第1および第2電極の間にガス媒体におけるプラズマ点火を可能とする距離を有して構成された第1電極および第2電極、および前記第1電極への第1端子および前記第2電極への第2端子と電気的に接続されるコンデンサバンクであって、前記プラズマ点火に必要なとされる放電エネルギーを蓄積するように構成されたコンデンサバンクを含み、前記第1電極、前記第2電極、および前記コンデンサバンクは電気回路を形成し、前記第1電極は、第1供給ラインを介して供給される導電流体によって形成され、前記第2電極は、第2供給ラインを介して供給される導電流体によって形成され、前記第1供給ラインは、特定の材料が第1ジェットの形状をとる前記第1電極を提供するように構成される第1ノズルを含み、前記第2供給ラインは、特定の材料が第2ジェットの形状をとる前記第2電極を提供するように構成される第2ノズルを含む。

【0010】

上記装置は、時变的に前記コンデンサバンクに帯電させるためのチャージャ、前記第1供給ラインにおける前記第1端子の上流に設けられた第1高インダクタンスユニットであって、前記第1供給ラインの第1コイル状部分を含む、第1高インダクタンスユニット、および、前記第2供給ラインにおける前記第2端子の上流に設けられた第2高インダクタンスユニットであって、前記第2供給ラインの第2コイル状部分を含む、第2高インダクタンスユニット、をさらに含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の概略図を参照して以下に説明する。これらの図面において同じ参照符号は対応する部分を示す。

【0012】

図1は、本発明の一実施形態に係るリソグラフィ装置を概略的に示している。このリソグラフィ装置は、放射ビームB（例えば、紫外線またはEUV放射）を調整するように構成された照明システム（イルミネータ）ILを含む。サポート（例えば、マスクテーブル）MTは、パターンングデバイス（例えば、マスク）MAを支持するように構成され、かつ特定のパラメータに従ってパターンングデバイスを正確に位置付けるように構成された第1ポジションPMに連結されている。基板テーブル（例えば、ウェーハテーブル）WTは、基板（例えば、レジストコートウェーハ）Wを保持するように構成され、かつ特定のパラメータに従って基板を正確に位置付けるように構成された第2ポジションPWに連結されている。投影システム（例えば、屈折投影レンズシステム）PSは、パターンングデバイスMAによって放射ビームBに付けられたパターンを基板Wのターゲット部分C（例えば、1つ以上のダイを含む）上に投影するように構成されている。

【0013】

照明システムとしては、放射を誘導し、整形し、および/または制御するために、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型、またはその他のタイプの光コンポーネント、あるいはそれらのあらゆる組合せなどの様々なタイプの光コンポーネントを含むことができる。

【0014】

サポートは、パターンングデバイスの重量を支えるなどしてパターンングデバイスを支持する。サポートは、パターンングデバイスの配向、リソグラフィ装置の設計、および、パターンングデバイスが真空環境内で保持されているか否かなどの他の条件に応じた態様

10

20

30

40

50

で、パターンングデバイスを保持する。サポートは、機械式、真空式、静電式またはその他のクランプ技術を使って、パターンングデバイスを保持することができる。サポートは、例えば、必要に応じて固定または可動式にすることができるフレームまたはテーブルであってもよい。サポートは、パターンングデバイスを、例えば、投影システムに対して所望の位置に確実に置くことができる。本明細書において使用される「レチクル」または「マスク」という用語はすべて、より一般的な「パターンングデバイス」という用語と同義であると考えるとよい。

**【 0 0 1 5 】**

本明細書において使用される「パターンングデバイス」という用語は、基板のターゲット部分内にパターンを作り出すように、放射ビームの断面にパターンを与えるために使用  
10  
できるあらゆるデバイスを指していると、広く解釈されるべきである。なお、留意すべき点として、放射ビームに付与されたパターンは、例えば、そのパターンが位相シフトフィーチャまたはいわゆるアシストフィーチャを含む場合、基板のターゲット部分内の所望のパターンに正確に一致しない場合もある。通常、放射ビームに付けたパターンは、集積回路などのターゲット部分内に作り出されるデバイス内の特定機能層に対応することになる。

**【 0 0 1 6 】**

パターンングデバイスは、透過型であっても、反射型であってもよい。パターンングデ  
20  
バイスの例としては、マスク、プログラマブルミラーアレイ、およびプログラマブルLCDパネルが含まれる。マスクは、リソグラフィでは公知であり、バイナリ、レゼンソン型(alternating)位相シフト、およびハーフトーン型(attenuated)位相シフトなどのマスク型、ならびに種々のハイブリッドマスク型を含む。プログラマブルミラーアレイの一例では、小型ミラーのマトリックス配列が用いられており、各小型ミラーは、入射する放射ビームを様々な方向に反射させるように、個別に傾斜させることができる。傾斜されたミラーは、ミラーマトリックスによって反射される放射ビームにパターンを付ける。

**【 0 0 1 7 】**

本明細書において使用される「投影システム」という用語は、使われている露光放射に  
30  
とって、あるいは液浸液の使用または真空の使用といった他の要因にとって適切な、屈折型、反射型、反射屈折型、磁気型、電磁型、および静電型光学系、またはそれらのあらゆる組合せを含むあらゆる型の投影システムを包含していると広く解釈されるべきである。本明細書において使用される「投影レンズ」という用語はすべて、より一般的な「投影システム」という用語と同義であると考えるとよい。

**【 0 0 1 8 】**

本明細書に示されているとおり、リソグラフィ装置は、反射型のもの(例えば、反射型  
マスクを採用しているもの)である。あるいは、リソグラフィ装置は、透過型のもの(例  
例えば、透過型マスクを採用しているもの)でもよい。

**【 0 0 1 9 】**

リソグラフィ装置は、2つ(デュアルステージ)以上の基板テーブル(および/または  
40  
2つ以上のマスクテーブル)を有する型のものであってもよい。そのような「マルチステージ」機械においては、追加のテーブルは並行して使うことができ、または予備工程を1つ以上のテーブル上で実行しつつ、別の1つ以上のテーブルを露光用に使うこともできる。

**【 0 0 2 0 】**

また、リソグラフィ装置は、投影システムと基板との間の空間を満たすように、比較  
50  
的高屈折率を有する液体(例えば、水)によって基板の少なくとも一部を覆うことができるタイプのものであってもよい。また、リソグラフィ装置内の別の空間(例えば、マスクと投影システムとの間)に液浸液を加えてもよい。液浸技術は、投影システムの開口数を増加させるための技術においてよく知られている。本明細書において使用される「液浸」という用語は、基板のような構造物を液体内に沈めなければならないという意味ではなく、単に、露光中、投影システムと基板との間に液体があるということを意味するものである

## 【 0 0 2 1 】

図 1 を参照すると、イルミネータ I L は、放射源 S O から放射を受ける。例えば、放射源がエキシマレーザである場合、放射源とリソグラフィ装置は、別個の構成要素であってもよい。そのような場合には、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成しているとはみなされず、また放射ビームは、放射源 S O からイルミネータ I L へ、例えば、適切な誘導ミラーおよび / またはビームエキスパンダを含むビームデリバリシステム B D を使って送られる。その他の場合においては、例えば、放射源が水銀ランプである場合、放射源は、リソグラフィ装置の一体部分とすることもできる。放射源 S O およびイルミネータ I L は、必要ならばビームデリバリシステム B D とともに、放射システムと呼んでもよい。

10

## 【 0 0 2 2 】

イルミネータ I L は、放射ビームの角度強度分布を調節するアジャスタ A D を含むことができる。一般に、イルミネータの瞳面内の強度分布の少なくとも外側および / または内側半径範囲（通常、それぞれ - outer および - inner と呼ばれる）を調節することができる。さらに、イルミネータ I L は、インテグレート I N およびコンデンサ C O といった様々な他のコンポーネントを含むことができる。イルミネータを使って放射ビームを調整すれば、放射ビームの断面に所望の均一性および強度分布をもたせることができる。

## 【 0 0 2 3 】

放射ビーム B は、サポート（例えば、マスクテーブル M T ）上に保持されているパターンニングデバイス（例えば、マスク M A ）上に入射して、パターンニングデバイスによってパターン形成される。マスク M A を通り抜けた後、放射ビーム B は投影システム P S を通過し、投影システム P S は、基板 W のターゲット部分 C 上にビームの焦点をあわせる。第 2 ポジショナ P W および位置センサ I F 2（例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダ、または静電容量センサ）を使って、例えば、様々なターゲット部分 C を放射ビーム B の経路内に位置付けるように、基板テーブル W T を正確に動かすことができる。同様に、第 1 ポジショナ P M および別の位置センサ I F 1 を使い、例えば、マスクライブラリからマスクを機械的に取り出した後またはスキャン中に、マスク M A を放射ビーム B の経路に対して正確に位置付けることもできる。通常、マスクテーブル M T の移動は、第 1 ポジショナ P M の一部を形成するロングストロークモジュール（粗動位置決め）およびショートストロークモジュール（微動位置決め）を使って達成することができる。同様に、基板テーブル W T の移動も、第 2 ポジショナ P W の一部を形成するロングストロークモジュールおよびショートストロークモジュールを使って達成することができる。ステップの場合は（スキャナとは対照的に）、マスクテーブル M T は、ショートストロークアクチュエータのみに連結されてもよく、または固定されてもよい。マスク M A および基板 W は、マスクアライメントマーク M 1 および M 2 と、基板アライメントマーク P 1 および P 2 とを使って、位置合わせされてもよい。例示では基板アライメントマークが専用ターゲット部分を占めているが、基板アライメントマークをターゲット部分とターゲット部分との間の空間内に置くこともできる（これらは、スクライプラインアライメントマークとして公知である）。同様に、複数のダイがマスク M A 上に設けられている場合、マスクアライメントマークは、ダイとダイの間に置かれてもよい。

20

30

40

## 【 0 0 2 4 】

例示の装置は、以下に説明するモードのうち少なくとも 1 つのモードで使用できる。

## 【 0 0 2 5 】

1 . ステップモードにおいては、マスクテーブル M T および基板テーブル W T を基本的に静止状態に保ちつつ、放射ビームに付けられたパターン全体を一度に（すなわち、単一静止露光）ターゲット部分 C 上に投影する。その後、基板テーブル W T は、 X および / または Y 方向に移動され、それによって別のターゲット部分 C を露光することができる。ステップモードにおいては、露光フィールドの最大サイズによって、単一静止露光時に結像されるターゲット部分 C のサイズが限定される。

## 【 0 0 2 6 】

50

2. スキャンモードにおいては、マスクテーブルMTおよび基板テーブルWTを同期的にスキャンする一方で、放射ビームに付けられたパターンをターゲット部分C上に投影する(すなわち、単一動的露光)。マスクテーブルMTに対する基板テーブルWTの速度および方向は、投影システムPSの(縮小)拡大率および像反転特性によって決めることができる。スキャンモードにおいては、露光フィールドの最大サイズによって、単一動的露光時のターゲット部分の幅(非スキャン方向)が限定される一方、スキャン動作の長さによって、ターゲット部分の高さ(スキャン方向)が決まる。

【0027】

3. 別のモードにおいては、プログラマブルパターンングデバイスを保持した状態で、マスクテーブルMTを基本的に静止状態に保ち、また基板テーブルWTを動かす、またはスキャンする一方で、放射ビームに付けられているパターンをターゲット部分C上に投影する。このモードにおいては、通常、パルス放射源が採用されており、さらにプログラマブルパターンングデバイスは、基板テーブルWTの移動後ごとに、またはスキャン中の連続する放射パルスと放射パルスとの間に、必要に応じて更新される。この動作モードは、前述の型のプログラマブルミラーアレイといったプログラマブルパターンングデバイスを利用するマスクレスリソグラフィに容易に適用することができる。

【0028】

上述の使用モードの組合せおよび/またはバリエーション、あるいは完全に異なる使用モードもまた採用可能である。

【0029】

この説明において、本発明の一実施形態を、本出願人による米国特許出願第2006-0011864号に記載の放射源に適用される単なる例として、以下に説明する。しかし、類似のまたはその他の実施形態を、異なる放射源、例えば、Philipsによる国際公開公報WO2005/025280号に記載のEUV/軟X線源に適用し得ることが理解されるべきである。

【0030】

図2は、米国特許出願第2006-0011864号で知られている放射源SO'を示す。放射源SO'は、放電エネルギーを蓄積するように構成されたコンデンサバンク24(この場合は1つのコンデンサを含む)に電氣的に接続される2つのノズル21a、21bを収容するように構成されたハウジング20を含む。コンデンサバンク24は、正端子Bおよび負端子Aを有する。ノズル21a、21bは液体の導電ジェット(electrically conductive jets)23a、23bを提供する。液体は、液体流を収容するように構成された供給ライン(図示なし)、例えば、適切なホース又はパイプを介して供給される。本説明中、液体は、液体状態の材料(例えば、溶解物)およびキャリアとしての液体に浸漬された固形粒子の両方を意味する。液体は、スズ(Sn)、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、およびリチウム(Li)を含む群から選択される1つ以上の元素を含み得る。Sn、In、Ga、またはLiといった導電材料を使用することにより、ジェット23a、23bはコンデンサバンク24と電氣的に接続される。従って、ジェット23a、23bは電極であると考えられ得る。図2に示された場合において、ジェット23aにはプラスの電圧が提供され、従って、陽極として機能する。他方のジェット、すなわち、ジェット23bにはマイナスの電圧が提供されて陰極として機能する。

【0031】

ハウジング20は、さらに2つのリザーバ25a、25bを収容する。ジェット23a、23bは、ハウジング20内の空間に進むと、小滴26a、26bにそれぞれ分解する。リザーバ25a、25bは、個別の小滴26a、26bを集めるように構成される。小滴26a、26bに分解することで、リザーバ25a、25bとコンデンサバンク24との間の電氣的接触を防ぐ。当然のことながら、2つのリザーバ25a、25bの他に、ジェット23a、23bのそれぞれの小滴26a、26bを集める単一のリザーバを使用することもできる。小滴26a、26bそれぞれへの分解を可能とするようなジェット23a、23bの適切な長さは、0.2~1mmのジェット直径に対して3~30cmである

## 【0032】

ハウジング20は、エネルギービーム（例えば、レーザービーム28）を提供するように構成されたエネルギー源（例えば、レーザー源27）をさらに収容する。レーザービーム28は、ジェット23a、23bのうちの1つ、この場合はジェット23aに当てられ、局部的に、すなわち、レーザービーム28がジェット23aに命中する位置で、ジェット23a内の導電材料を蒸発させてガス媒体32を形成する。このガス媒体32が存在することで放電30により引き起こされるプラズマ点火が可能となり、それによって放射29、例えば、EUV放射または軟X線放射を生成する。

## 【0033】

レーザー源27の典型的なパラメータは以下の通りである。

## 【0034】

パルス当たりのエネルギー：Sn放電に対して10～100mJ、およびLi放電に対して1～10mJ、

パルス長：1～100ns、

レーザー波長：0.2～10μm、

レーザー周波数：5～100kHzである。

## 【0035】

図3は、図2の放射源と連動して使用できるフィードバックシステム40を有するアセンブリを概略的に示している。フィードバックシステム40は、リザーバ25a、25bによって小滴26a、26bとしてそれぞれ集められた導電流体を再利用するように構成されている。図3には、単一のリザーバ41が示されている。フィードバックシステムは、溶解チャンバ42、ポンプ43、およびフィルタ44を有する。溶解チャンバを使用して、リザーバ41によって集められた導電材料を溶解して液体にし、適切なパイプおよびホース45、すなわち、供給ラインを通してノズル21a、21bに向かう輸送に適切な流体となるようにする。接合Cにおいて、供給ライン45は、負端子Aへの第1供給ライン45aおよび正端子Bへの第2供給ライン45bに分かれる。ポンプ43によってこのような輸送が可能となり、一方で、フィルタ44は、液体からコンタミを除去する。溶解チャンバ42、ポンプ43、およびフィルタ44は、単一の流体供給ユニットまたはフィードバックユニット内で結合されてもよいが、また、別個のユニットのアセンブリとしてのフィードバックシステム40を形成してもよい。

## 【0036】

コンデンサバンク24に蓄積された放電エネルギーは、コンデンサバンク24の対向する側面に位置する供給ラインの間の高圧差を生じさせる。従って、供給ライン45aおよび45b内の導電流体を介した端子AとBとの間の電気インピーダンスは、高くする必要はある。しかし、実際に高電圧は依然としてフィードバックシステムに到達する。高電圧に応じるために、フィードバックシステム40を二重にし得る。すなわち、各ノズル21a、22bに対して別個の加熱チャンバ42、ポンプ43、およびフィルタ44を設けて、アセンブリ全体での短絡なしにジェット23a、23bを生成することを可能とし得る。さらに、2つのジェット23a、23bのうちの1つに高電圧を与えてもよく、従って、高電圧は2つのフィードバックシステムのうちの1つにのみ到達する。しかし、放射源S0'の操作は、より困難で危険なものとなる。

## 【0037】

図4は、本発明の一実施形態を備えた、図3に示すアセンブリを概略的に示す。この実施形態において、アセンブリは、高インダクタンスユニット50およびパルスチャージャ51（例えば、パルス同期チャージャ）をさらに含む。高インダクタンスユニット50は、接合A、B、および接合Cの間に位置する。米国特許出願第2006-0011864号に記載されている通り、放電30により生成される電流は、磁界を誘発する。磁界は、衝突によってイオンおよび自由電子が生成されるピンチ（コンプレッション）を生成する。一部の電子は、ピンチ中の原子の伝導帯より低い帯域へと低下し、従って、前述の放射

10

20

30

40

50

29を生成する。放射源50'を効率良く操作するために、すなわち、エネルギー損失を最小限に抑えるために、2つのジェット23a、23b、コンデンサバンク24、および放電30により形成される回路、すなわち「内部回路」のインダクタンスは、可能な限り小さくする必要があり。これは、前述の構成要素間の距離および現象を最小限に抑えることにより達成される。高インダクタンスユニット50は、端子Aおよび接合Cの間、および端子Bおよび接合Cの間の高いインダクタンスを提供するため、この最小限化の特徴をさらに増大させる。従って、フィードバックシステム40は、内部回路から分離される。さらに、高インダクタンスユニット50は、主放電30の前でエネルギー散逸を防ぐ。

#### 【0038】

一実施形態において、パルスチャージャ51は、コンデンサバンク24の一方の側に負に帯電させ、もう一方の側に正に帯電させるように構成される（正負の帯電は大きさの点で等しい）。従って、フィードバックシステム40および供給ライン45の主要部は、接地電位に規定され、高インダクタンスユニット50の存在によってこの電位に留まる。

#### 【0039】

別の実施形態において、パルスチャージャ51は、コンデンサバンク24の一方の側に正または負に帯電させ、一方で、もう一方の側が接地されるように構成される。この場合は、一実施形態において、高インダクタンスユニットは、接地電位を有するジェット23aを分離せず、パルスチャージャ51により帯電させられる側に接続されるジェット23bのみを分離する。このような実施形態において、ポンプ43は、電気的要因による故障から十分に保護される。

#### 【0040】

図5は、図4に示す高インダクタンスユニット50の一形態を概略的に示す。高インダクタンスユニット50は、供給ラインの一部をそれぞれ巻線に成形して形成される、各供給ラインのコイル55a、55bを含む。より高いインダクタンス値、従って、より長い高インダクタンスユニットの保持時間を提供するために、そして、導体損失を低減するために、飽和コア56、例えば、強磁性コアをコイル55a、55bにおいて使用し得る。このような飽和コア56を使用することにより、0.01~10mHのインダクタンスを実現できる。当然のことながら、飽和コア56は、線形の（不飽和の）状態でも作用し得る。適切なインダクタンスは、帯電時間によって決まり、言い換えると、帯電ユニットの有能電力（available power）によって決まる。例えば、2mCの総電荷量、2.4kVの電圧、および10μsの帯電時間により1mHの最小インダクタンスとなるであろう。同様に、より短い帯電時間、すなわち、1μsは、0.01mHの最小インダクタンスにつながるであろう。飽和コア56は、約5~100kHzの周波数、すなわち、EUV源に対して妥当な周波数での操作を可能とする強磁性材料、例えば、METGLAS 2605C0のようなナノ結晶合金を含み得る。さらに、そのような合金は、高い導磁性、すなわち、50、000~100、000、および約400~450という比較的高いキュリー温度を有する。別の実施形態において、飽和コア56は、別の強磁性材料、すなわちフェライトを含む。

#### 【0041】

2つのコイル51a、51bの間の飽和コア56の概略的な表示は、飽和コア56が2つのコイル51a、51bの間に配置されるという意味ではないことが理解されるべきである。実際、両コイル51a、51bは、通常、飽和コア56に巻装される。あるいは、両コイル51a、51bはそれぞれに飽和コア56を備えてもよい。

#### 【0042】

さらに、図4に記載された実施形態において、2つのジェット23a、23bのうちの1つのみが分離され、コイル51a、51bのうちの1つのみが存在することが理解されるべきである。すなわち、例えば、ジェット23aが帯電し、かつジェット23bが接地電位に維持されると、ジェット23aのみが、コイル51aによって誘導的に分離されることになる。

#### 【0043】

10

20

30

40

50

すでに小滴（例えば、小滴 26 a、26 b）に分解された導電材料を集める位置にリザーバ（例えば図 2 のリザーバ 25 a、25 b）を配置して内部回路をフィードバックシステムから分離する代わりに、分離のための異なる配置を使用してもよい。この配置において、図 6 に示されるように、追加の高インダクタンスユニット 60 は、リザーバ 62 a、62 b とフィードバックライン 63 a、63 b との間に位置付けられる。フィードバックライン 63 a、63 b は、リザーバ 62 a、62 b によってそれぞれ集められた材料をフィードバックシステム 40 に向けて輸送する。フィードバックライン 63 a、63 b は、図 6 に示されるように、追加の高インダクタンスユニット 60 とフィードバックシステム 40 に位置付けられた接合に接続されて単一のフィードバックライン 63 を形成し得るが、別々のラインのままでもよい。

10

**【0044】**

リザーバ 62 a、62 b は、図 2 のジェット 23 a、23 b といった個別の電極を形成する導電材料が小滴に分解される位置に配される必要はないものの、この形態において、単一のリザーバに材料を集めることは可能ではない。そのような場合には、内部回路が短絡化されるであろう。

**【0045】**

図 6 に示した形態において、追加の高インダクタンスユニット 60 は、2 つのコイル 61 a、61 b を含む。各コイルは、リザーバ 62 a、62 b のそれぞれに集められた材料をフィードバックシステム 40 に向けて輸送するフィードバックラインに対応する。各フィードバックラインに対するコイル 61 a、61 b は、フィードバックラインの一部をそれぞれ巻線に成形することにより形成される。より高いインダクタンス値、従って、より長い高インダクタンスユニットの保持時間を提供するために、そして、導体損失を低減するために、飽和コア 64、例えば、強磁性コアをコイル 61 a、61 b において使用し得る。このような飽和コア 64 を使用することにより、0.01 ~ 10 mH のインダクタンスを実現できる。当然のことながら、飽和コア 64 は、線形の（不飽和の）状態でも作用し得る。適切なインダクタンスは、帯電時間によって決まり、言い換えると、帯電ユニットの有能電力によって決まる。例えば、2 mC の総電荷量、2.4 kV の電圧、および 10  $\mu$ s の帯電時間により 1 mH の最小インダクタンスとなるであろう。同様に、より短い帯電時間、すなわち、1  $\mu$ s は、0.01 mH の最小インダクタンスにつながるであろう。飽和コア 64 は、約 5 ~ 100 kHz の周波数、すなわち、EUV 源に対して妥当な周波数での操作を可能とする METGLAS 2605 C0 のようなナノ結晶合金を含み得る。さらに、そのような合金は、高い導磁性、すなわち、50、000 ~ 100、000、および約 400 ~ 450 という比較的高いキュリー温度を有する。別の実施形態において、飽和コア 64 はフェライトを含む。

20

30

**【0046】**

この場合もやはり、2 つのコイル 61 a、61 b の間の飽和コア 64 の概略的な表示は、飽和コア 64 が 2 つのコイル 61 a、61 b の間に配置という意味ではないことが理解されるべきである。実際、両コイル 51 a、51 b は、通常、飽和コア 56 に巻装される。あるいは、両コイル 61 a、61 b はそれぞれに飽和コア 64 を備えてもよい。

**【0047】**

本明細書において、IC 製造におけるリソグラフィ装置の使用について具体的な言及がなされているが、本明細書記載のリソグラフィ装置が、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用のガイダンスパターンおよび検出パターン、フラットパネルディスプレイ、液晶ディスプレイ（LCD）、薄膜磁気ヘッド等の製造といった他の用途を有し得ることが理解されるべきである。当然のことながら、そのような別の用途においては、本明細書で使用される「ウェーハ」または「ダイ」という用語はすべて、それぞれより一般的な「基板」または「ターゲット部分」という用語と同義であるとみなしてよい。本明細書に記載した基板は、露光の前後を問わず、例えば、トラック（通常、基板にレジスト層を塗布し、かつ露光されたレジストを現像するツール）、メトロロジーツール、および/またはインスペクションツールで処理されてもよい。適用可能な場合には、本明細書中の開示内容を

40

50

上記のような基板プロセッシングツールおよびその他の基板プロセッシングツールに適用してもよい。さらに基板は、例えば、多層ICを作るために複数回処理されてもよいので、本明細書で使用される基板という用語は、すでに多重処理層を包含している基板を表すものとしてもよい。

【0048】

光リソグラフィの関連での本発明の実施形態の使用について上述のとおり具体的な言及がなされたが、当然のことながら、本発明は、他の用途、例えば、インプリントリソグラフィに使われてもよく、さらに状況が許すのであれば、光リソグラフィに限定されることはない。インプリントリソグラフィにおいては、パターンングデバイス内のトポグラフィによって、基板上に創出されるパターンが定義される。パターンングデバイスのトポグラフィは、基板に供給されたレジスト層の中にプレス加工され、基板上では、電磁放射、熱、圧力、またはそれらの組合せによってレジストは硬化される。パターンングデバイスは、レジストが硬化した後、レジスト内にパターンを残してレジストの外へ移動される。

10

【0049】

本明細書で使用される「放射」および「ビーム」という用語は、紫外線(UV)(例えば、365nm、355nm、248nm、193nm、157nm、または126nmの波長、またはおよそこれらの値の波長を有する)、および極端紫外線(EUV)(例えば、5~20nmの範囲の波長を有する)、ならびにイオンビームや電子ビームなどの微粒子ビームを含むあらゆる種類の電磁放射を包含している。

【0050】

「レンズ」という用語は、文脈によっては、屈折、反射、磁気、電磁気、および静電型光コンポーネントを含む様々な種類の光コンポーネントのいずれか1つまたはこれらの組合せを指すことができる。

20

【0051】

以上、本発明の具体的な実施形態を説明してきたが、本発明は、上述以外の態様で実施できることが明らかである。

【0052】

上記の説明は、制限ではなく例示を意図したものである。したがって、当業者には明らかかなように、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本記載の発明に変更を加えてもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係るリソグラフィ装置を示す。

【図2】図2は、従来技術に係る放射源を示す。

【図3】図3は、図2の放射源と連動して使用できるフィードバックシステムを含むアセンブリを示す。

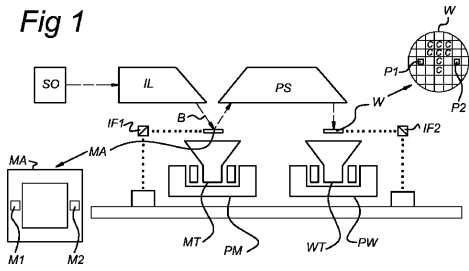
【図4】図4は、本発明の一実施形態を備えた、図3に示すアセンブリを示す。

【図5】図5は、図4に示す高インダクタンスユニットの一形態を示す。

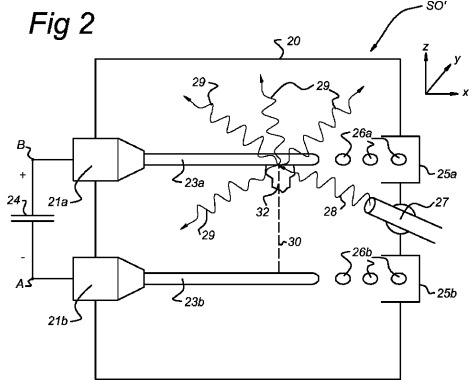
【図6】図6は、図4に示すアセンブリの高インダクタンスユニットとは別の位置に設けられる高インダクタンスユニットの一形態を示す。

40

【 図 1 】  
Fig 1

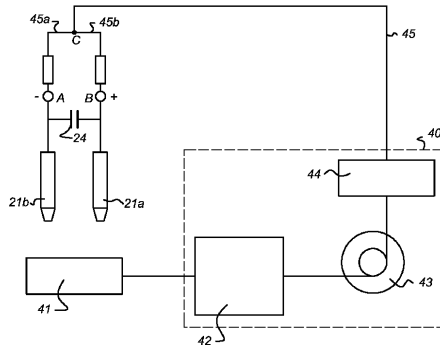


【 図 2 】  
Fig 2



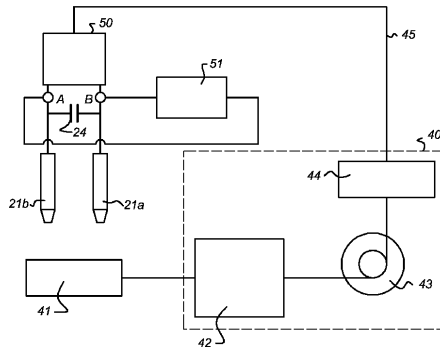
【 図 3 】

Fig 3

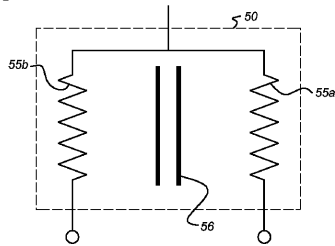


【 図 4 】

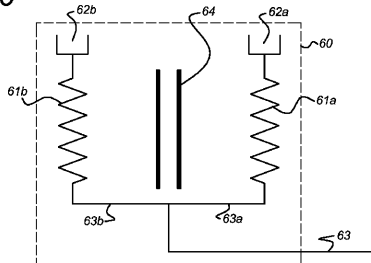
Fig 4



【 図 5 】  
Fig 5



【 図 6 】  
Fig 6



---

フロントページの続き

(72)発明者 バニエ, バディム, エヴィジェンエビッチ

オランダ国, ヘルモント エヌエル - 5 7 0 4 エヌケイ, ニアースラーン 2

(72)発明者 クリヴツン, ヴラディミア ミハイロヴィッチ

ロシア国, モスクワ リジョン, 1 4 2 1 9 0, トロイスク, オクヤブスカイ ピーアール 2 3  
- 8 5

審査官 渡戸 正義

(56)参考文献 特開2006 - 032340 (JP, A)

国際公開第2005 / 025280 (WO, A1)

特開2007 - 134679 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20

H05H 1/00 - 2/00