

(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
2012 年 11 月 1 日(01.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/147158 A1

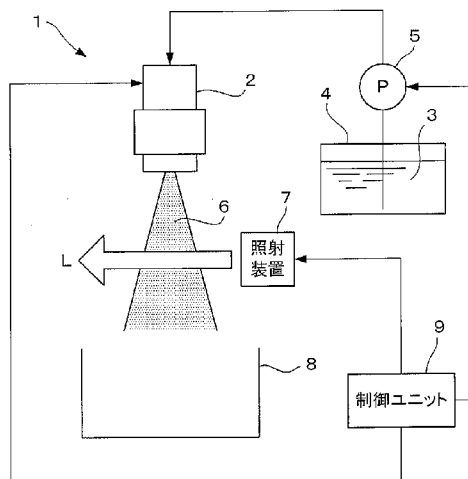
- (51) 国際特許分類:
G01N 15/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/060138
- (22) 国際出願日: 2011 年 4 月 26 日(26.04.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森 幸生 (MORI, Sachio) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 小林 辰夫 (KOBAYASHI, Tatsuo) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 山本 晃司, 外(YAMAMOTO, Koji et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目 1 6 番 1 0
- (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SPRAY MEASUREMENT METHOD AND SPRAY TEST DEVICE USED IN SAID METHOD

(54) 発明の名称: 噴霧計測方法及びその方法に用いる噴霧試験装置

[図1]



7 Irradiation device
9 Control unit

(57) Abstract: The present invention provides a spray measurement method in which a test liquid (3) containing a thermosetting resin is sprayed from an injection valve (2) and spray (6) of the test liquid (3) injected from the injection valve (2) is irradiated with light (L) and recovered while drops of liquid in the spray (6) are hardened as particles, in order to provide treatment for causing the thermosetting resin to undergo hardening, and the recovered particles are used to analyse spray characteristics such as particle size distribution in the injection valve.

(57) 要約: 熱硬化型樹脂を含んだ試験液 (3) を噴射弁 (2) から噴射させ、熱硬化型樹脂に硬化作用を生じさせるための処理として、その噴射弁 (2) から噴射された試験液 (3) の噴霧 (6) に光 (L) を照射して噴霧 (6) 中の液滴を粒子として硬化させつつ回収し、回収された粒子を利用して噴射弁の粒径分布等の噴霧特性を分析する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 噴霧計測方法及びその方法に用いる噴霧試験装置 技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の燃料噴射弁等の噴霧の特性を計測する方法及び装置に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関の燃料噴射弁の性能を向上させるためには、噴霧中に含まれる燃料液滴の粒径分布、あるいは液相気相の分離状態といった噴霧特性を評価する必要がある。空気中に浮遊する超微粒子の個数を測定する方法としては、過飽和雰囲気下にて微粒子を凝縮させて粗大化し、その粗大化した微粒子の数を光学的に計数する方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。その他に、本発明に関連する先行技術文献として特許文献 2 が存在する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特公平 0 1－0 3 6 0 5 5 号公報

特許文献 2：特開 2 0 1 0－0 8 4 2 4 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の微粒子計数方法は、液体の状態で測定を行うため、測定方法が限定され、精度の高い測定が困難であるといった不都合がある。そこで、本発明は噴射弁の噴霧特性を従来とは異なる手法で計測する噴霧計測方法及びその方法に用いて好適な噴霧試験装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の噴霧計測方法は、硬化型樹脂を含んだ試験液を噴射弁から噴射させる工程と、前記硬化型樹脂に硬化作用を生じさせるための処理を、前記噴射弁から噴射された試験液の噴霧に適用して、該噴霧中の液滴を粒子として硬化させる工程と、硬化した粒子を利用して前記噴射弁の噴霧特性を分析す

る工程と、を備えている。

[0006] 本発明の噴霧計測方法によれば、試験液中の硬化型樹脂に硬化作用を生じさせる処理が噴射弁からの噴霧に適用されることにより、その噴霧中の液滴を粒子として硬化させることができる。硬化した粒子は噴霧中の液滴と同視することができるので、得られた粒子を利用すれば、液滴の粒径測定、あるいは粒子群の粒径分布の測定といった様々な観点で噴霧特性を分析することが可能である。

[0007] なお、本発明の計測方法において、前記硬化させる工程では、試験液を噴射弁から噴射させる工程にて得られる噴霧に対して硬化作用を生じさせる処理が適用される。したがって、硬化させる工程は、噴射させる工程の少なくとも一部の時期に並行して行われる。硬化作用を生じさせる処理は、硬化型樹脂の選択に応じて定めればよい。分析する工程は、硬化した粒子を回収して、その後に実施されてもよいし、硬化させる工程と並行して、硬化した粒子を逐次分析するように実施されてもよい。

[0008] 本発明の噴霧計測方法の一形態においては、前記硬化型樹脂がエネルギー線の照射によって硬化作用を生じる樹脂であり、前記硬化させる工程では、前記処理として、前記エネルギー線を前記噴霧に照射してもよい。これによれば、エネルギー線を噴霧に照射することにより、噴霧中の液滴に硬化作用を生じさせて粒子を得ることができる。エネルギー線には、硬化型樹脂への照射によって硬化作用を生じさせることができる線種を意味し、例えば赤外線、可視光線、紫外線等の光線、電子線、放射線、熱線等が含まれる。

[0009] さらに、硬化型樹脂として熱硬化型樹脂が用いられ、前記エネルギー線として特定波長域の光が用いられてもよい。液滴が光を吸収して温度が上昇することにより、液滴中の熱硬化型樹脂が硬化する。それにより、噴霧中の気相と液相とを明確に分離することができる。光の波長域、強度といった照射条件、あるいは熱硬化型樹脂の種類とを適宜に組み合わせることにより、液滴の硬化速度等を適宜に調整することができる。あるいは、光の照射範囲を噴霧の一部に限定するといった設定も容易に行える。それにより、計測方法

のさらなる多様化が可能である。

[0010] 前記噴霧に対する前記エネルギー線の照射は、前記噴射弁からの前記試験液の噴射方向に関して前記噴霧の一部の範囲に設定されてもよい。これによれば、噴射方向における噴霧の特定範囲、例えば噴射口の近傍、あるいは噴霧の先端部にエネルギー線を集中させて液滴を硬化させることが可能である。得られた粒子を利用すれば、噴霧中の特定範囲における噴霧特性を分析することができる。さらに、前記エネルギー線の照射位置を前記噴射方向に沿って変更しつつ、前記照射位置が変更される毎に前記粒子を区別して分析してもよい。これによれば、噴霧の位置と関連付けて噴霧特性を分析することができる。複数位置での分析結果を相互に比較して、噴霧特性の位置的变化を分析することもできる。

[0011] あるいは、前記エネルギー線の照射時期を、前記試験液の噴霧が存在し得る期間の一部に限定してもよい。これによれば、噴霧が存在する期間中の一部の特定時期と関連付けて噴霧特性を計測することができる。また、前記試験液の噴霧が存在し得る期間の少なくとも一部を複数の照射時期に区分し、各照射時期に前記エネルギー線を照射し、区分された照射時期毎に前記粒子を区別して分析してもよい。これによれば、噴霧が存在し得る期間中の各照射時期に応じた噴霧特性を分析することができる。異なる時期における分析結果を相互に比較して噴霧特性の時間的变化を分析することもできる。

[0012] 本発明の噴霧計測方法は、前記硬化型樹脂を含んだ試験液を、前記処理の適用前の段階で帯電させる工程をさらに備えてもよい。その場合、前記硬化させる工程では、前記試験液の噴射方向と直交する方向に電場を発生させてもよい。これによれば、試験液の噴霧中の液滴が帯電しているので、その液滴を硬化させて得られた粒子も電荷を帯び、粒子の移動方向が電場の方向に曲げられる。その曲げ作用の大小に応じて電場中における粒子の噴射方向の位置に差が生じる。電場による曲げ作用の程度は、粒子の質量と速度との関数であり、粒子の質量は粒径によって定まる。したがって、噴射方向における粒子の位置分布と粒径とを手掛かりとして、粒子の速度分布を特定するこ

とができる。

[0013] さらに、前記硬化させる工程にて、前記電場によって移動方向が曲げられた粒子を、前記噴射方向に沿って配置された保持部に吸着保持させて回収し、前記分析する工程では、回収された粒子の前記保持部における分布及び粒径を計測し、得られた粒子の分布及び粒径とに基づいて、粒子の速度分布を特定してもよい。これによれば、電場によって曲げられた粒子の位置分布が保持部上に保持される。したがって、保持部上の粒子を撮影するといった手法を利用して粒子の分布と粒径とを計測して、粒子の速度分布を容易に特定することができる。

[0014] 本発明において、各種の用途の噴射弁を試験に用いることができる。一例として、内燃機関の燃料噴射弁を試験に用いてもよい。その場合、前記試験液は前記内燃機関の燃料に前記硬化型樹脂を混合して調製することができる。これによれば、燃料噴射弁から噴射される燃料噴霧の特性を本発明に従って計測することができる。

[0015] 本発明の噴霧試験装置は、硬化型樹脂を含んだ試験液を噴射弁に供給する試験液供給手段と、前記硬化型樹脂に硬化作用を生じさせるための処理を、前記噴射弁から噴射される試験液の噴霧に適用して、該噴霧中の液滴を粒子として硬化させる硬化手段と、を備えたものである。

[0016] 本発明の噴霧試験装置によれば、噴射弁に対して試験液供給手段から試験液を供給して噴射させ、その噴射弁からの噴霧中の液滴を硬化手段で硬化させることにより、噴霧中の液滴と同視できる粒子を得ることができる。その粒子を利用すれば、液滴の粒径測定、あるいは粒子群の粒径分布の測定といった様々な観点で噴霧特性を分析することが可能である。

[0017] 本発明の噴霧試験装置の一形態において、前記試験液供給手段は、エネルギー線の照射によって硬化作用を生じる硬化型樹脂を含んだ試験液を前記噴射弁に供給し、前記硬化手段は、前記処理として、前記エネルギー線を前記噴霧に照射してもよい。これによれば、エネルギー線を噴霧に照射することにより、噴霧中の液滴に硬化作用を生じさせて粒子を得ることができる。エ

エネルギー線の意味は上述した通りである。さらに、前記試験液供給手段は、前記硬化型樹脂として熱硬化型樹脂を前記噴射弁に供給し、前記硬化手段は、前記エネルギー線として光を照射してもよい。これによれば、上述したように、噴霧中の液滴の温度を上昇させて液滴を硬化させることができる。

[0018] また、前記硬化手段は、前記エネルギー線を、前記噴射弁からの前記試験液の噴射方向に関して前記噴霧の一部の範囲に限定して照射するように設けられてもよい。これによれば、噴射方向における噴霧の特定範囲にエネルギー線を集中させて液滴を硬化させ、その特定範囲における噴霧特性を計測することができる。さらに、前記硬化手段は、前記エネルギー線の照射位置を前記噴射方向に沿って変更可能とされてもよい。これによれば、照射位置を噴射方向に沿って変更しつつ、照射位置が変更される毎に粒子を区別して分析することが可能となる。

[0019] あるいは、本発明の噴霧試験装置は、前記エネルギー線の照射時期を、前記試験液の噴霧が存在し得る期間の一部に限定する照射時期制御手段をさらに備えてもよい。これによれば、噴霧が存在し得る期間中の特定の時期と関連付けて噴霧特性を計測することができる。また、照射時期を変更すれば、照射時期毎に前記粒子を区別して噴霧特性を分析し、それらの分析結果を相互に比較すれば噴霧特性の時間的変化を計測することもできる。

[0020] 本発明の噴霧試験装置は、前記硬化型樹脂を含んだ試験液を帯電させる帯電手段と、前記試験液の噴射方向と直交する方向に電場を発生させる電場発生手段とをさらに備えてもよい。これによれば、帯電した試験液を噴射弁から噴射させ、硬化した粒子の移動方向をその粒径と速度とに応じて電場の方向に曲げることができる。したがって、電場中における粒子の噴射方向の位置に差を生じさせ、粒子の位置分布と粒径とを求めて粒子の速度分布を特定することが可能となる。

[0021] 前記電場発生手段は、前記試験液が噴射される領域を噴射方向と直交する方向に挟み込むように対向して配置された一対の電極を有し、前記試験液の電荷と反対側の極性となる電極には、前記電場によって移動方向が曲げられ

た粒子を吸着保持する保持部が設けられてもよい。これによれば、電場によって曲げられた粒子の位置分布を保持部上に保持させ、その保持部上における粒子の分布と粒径とを計測して粒子の速度分布を特定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1] 本発明の第 1 の形態に係る試験装置を示す図。

[図2] 第 1 の形態に係る噴霧計測方法の手順を示すフロー図。

[図3] 光の照射位置を変更する例を示す図。

[図4] 試験液の噴射期間と光の照射時期との関係を示す図。

[図5] 本発明の第 2 の形態に係る試験装置を示す図。

[図6] 第 2 の形態に係る噴霧計測方法の手順を示すフロー図。

発明を実施するための形態

[0023] (第 1 の形態)

まず、図 1 を参照して、本発明の第 1 の形態に係る噴霧計測方法で使用する試験装置の構成を説明する。試験装置 1 は、試験対象の燃料噴射弁 2 から噴射させるべき試験液 3 を収容するタンク 4 と、タンク 4 の試験液 3 を所定の燃料噴射圧に加圧して燃料噴射弁 2 に供給するポンプ 5 と、燃料噴射弁 2 から噴射された試験液の噴霧 6 に対して特定波長域（例えば紫外域）の光 L を照射する照射装置 7 と、光 L が照射された後の噴霧 6 を回収する回収容器 8 とを備えている。燃料噴射弁 2 は、一例として、車載用の内燃機関の吸気に対して燃料を噴射する燃料噴射弁である。タンク 4 及びポンプ 5 は試験液 3 を燃料噴射弁 2 に供給する試験液供給手段として機能する。なお、タンク 4 は噴霧特性の計測に必要な量の試験液 3 を蓄えることが可能であればよい。ポンプ 5 は、試験液 3 を燃料噴射圧まで加圧できるものであれば適宜に選択されてよい。ポンプ 5 と燃料噴射弁 2 との間に、加圧された試験液 3 を蓄えるアキュムレータ等の蓄圧部が設けられてもよい。

[0024] 試験液 3 は、燃料噴射弁 2 から噴射されるべき燃料に所定の硬化型樹脂を混合して調製される。硬化型樹脂には、通常は液体で、加熱により硬化する

熱硬化型樹脂が用いられる。一例として、メラミン樹脂、ユリア樹脂といった熱硬化型樹脂が硬化型樹脂として用いられる。照射装置 7 は、硬化型樹脂に硬化作用を生じさせる処理として、所定形状に成形された特定波長域（例えば紫外域）の光 L を噴霧 6 に照射する。試験液 3 に含まれている燃料は有色であるため、噴霧 6 に光 L を照射すると、その光 L のエネルギーが噴霧 6 中の液滴に吸収されて熱に変わる。その熱で液滴温度が上昇し、熱硬化型樹脂が硬化して液滴相当の粒子（あるいは微粒子）が生成される。つまり、照射装置 7 は、試験液 3 に含まれた熱硬化型樹脂に硬化作用を生じさせる処理として、噴霧 6 に光 L を照射することにより、硬化手段として機能する。なお、噴霧 6 中の液滴を硬化させるためには、熱硬化型樹脂は、光 L の照射に応答して噴霧 6 中で硬化する程の硬化速度を有することが必要である。噴霧特性の計測精度を向上させるためには、熱硬化型樹脂を含んだ試験液 3 の性状が、燃料噴射弁 2 から実際に噴射されるべき燃料の性状に対して有意な差が生じないように、樹脂の種類や混合比率を調整することが望ましい。

[0025] 照射装置 7 による光 L の照射方向は、燃料噴射弁 2 からの試験液 3 の噴射方向（つまり、燃料噴射弁 2 の軸線方向であって、図 1 では上下方向に相当する。）に対して直交する方向（図 1 では左右方向）に設定されている。照射装置 7 からの噴霧 6 に対する光 L の照射範囲は、試験液 3 の噴射方向に関して噴霧 6 の一部の特定範囲に設定される。一方、試験液 3 の噴射方向と直交する方向に関する照射範囲、つまり、噴射方向と直交する平面上での光 L の幅は、噴霧 6 の全体を包含するように照射範囲が設定されている。言い換えれば、噴霧 6 の全体が光 L の照射範囲を通過して回収容器 8 側に拡がるように光 L の照射範囲が設定されている。これにより、噴霧 6 に含まれる全ての液滴に光 L を入射させて硬化させることができる。噴射方向に関する光 L の照射位置は、試験液 3 の噴射方向に沿って変更可能である。例えば、照射装置 7 の全体又は一部が噴射方向に沿って移動可能に設けられてもよいし、照射装置 7 内の光路の一部を変更することにより照射位置が変更可能とされてもよい。なお、光 L の照射位置に関しては、試験液 3 の噴射方向における

照射範囲の中央を照射位置として代表すればよい。

- [0026] 試験装置 1 は、さらに制御ユニット 9 を含んでいる。制御ユニット 9 は、燃料噴射弁 2 の燃料噴射動作、ポンプ 5 の送液動作、照射装置 7 の照射動作といった、噴霧特性の計測に必要な各種の機器の動作を制御する。制御ユニット 9 には、プログラマブルシーケンサ、パーソナルコンピュータといった、制御対象機器を予め定められた手順で動作させることが可能な各種の制御装置を利用することができる。
- [0027] 次に、図 2 を参照して、試験装置 1 を利用した噴霧特性の計測方法の手順を説明する。その計測方法では、まず燃料に所定比率で熱硬化型樹脂が混合されて試験液 3 が調製される（ステップ S 1）。その試験液 3 はタンク 4 に收容される。次に、ポンプ 5 が起動されて燃料噴射弁 2 が駆動されることにより試験液 3 が所定時間噴射されるとともに、その噴射動作による噴霧の形成と同期して照射装置 7 から、噴霧が存在し得る期間の少なくとも一部の時期に光 L が照射される（ステップ S 2）。つまり、ステップ S 2 では、試験液を噴射させる工程と液滴を粒子として硬化させる工程とが並行して実施される。
- [0028] 燃料噴射弁 2 の噴射動作、ポンプ 5 のオンオフ、及び照射装置 7 からの光 L の照射時期は制御ユニット 9 にて適宜に制御すればよい。燃料噴射弁 2 の制御パラメータ、例えば試験液 3 の圧力、燃料噴射弁 2 の駆動デューティ比等は、燃料噴射弁 2 から実際に燃料を噴射させるときの値と同一に設定すればよい。試験液 3 が噴射される環境の温度、圧力といった環境パラメータについても、燃料噴射弁 2 が実際に置かれる環境と一致させるとよい。燃料噴射弁 2 から噴射された噴霧 6 は、光 L の照射によって硬化した粒子を含めて、回収容器 8 に逐次回収される。試験液 3 の噴射が終了した後、回収容器 8 の回収物が洗浄されて回収物から粒子が分離される（ステップ S 3）。その際の洗浄液としては、試験液 3 を用いることができる。試験液 3 にて洗浄すれば、硬化した粒子を回収物の液相から明確に分離することができる。使用後の洗浄液を回収して、次回以降の試験液 3 としてそのまま使用すること

もできる。ただし、洗浄をしなくても粒子を液相から回収できる場合には、洗浄を省略してもよい。

[0029] 粒子が分離された後は、得られた粒子を用いて噴霧特性に関する所定の分析が行われる（ステップS 4）。そのステップS 4が、噴霧特性を分析する工程に相当する。この場合、例えば、得られた粒子の径を測定し、その測定値を統計的に処理して粒径分布、平均径を求めるといった分析を行うことができる。回収された粒子は、噴霧6に含まれている液滴が硬化したものである。したがって、求められた粒径分布は、噴霧6に含まれている液滴の粒径分布や平均径と同視することができる。これにより、燃料噴射弁2の噴霧特性を容易かつ精度よく計測することができる。一回の計測で噴射する試験液3の総重量を予め把握しておき、得られた全粒子の重量との差を求めることにより、噴霧6の気相成分の量を求めることもできる。これにより、噴霧6の気相と液相との比率を知ることも可能である。

[0030] 以上の計測方法によれば、一回の計測により、噴霧6の全体に含まれている液滴を硬化させてそれらの液滴の粒径分布等を求めることができる。したがって、噴霧の部分的な計測を繰り返して噴霧全体を分析するような計測方法と比較して、噴霧全体の計測結果を短時間で効率よく得ることができる。また、上記の計測方法では、噴射方向における噴霧6の一部の範囲（特定範囲）で噴霧6中の全体に光が入射すればよく、かつ液滴を硬化させるに足りる量の光があれば目的とする計測が可能である。よって、噴霧6が密な領域でも噴霧特性を容易に計測することができる。例えば、噴霧に検査光を照射して透過光や反射光を観察する方法を比較例とした場合、その比較例の方法では、噴霧が密な領域で光が減衰して観察に必要な透過光や反射光が得られず、計測が困難となる不都合がある。しかし、本形態の計測方法によれば、上記の通り、光が噴霧全体に入射すればよく、かつ硬化に必要な光量が確保できれば光の減衰は問題とならないので、噴霧が密な領域でも計測可能である。本形態の計測方法では、熱硬化型樹脂を利用して噴霧中の液滴を硬化させているので、回収された粒子がその後の温度変化等で溶けて液相に戻るお

それがない。よって、分析時の粒子の取り扱いも容易である。液滴を硬化させる処理を噴霧に適用する手段として、光を照射する手段を設けるだけでよいので、試験装置の簡素化、小型化に有利である。試験液 3 に混合する光硬化性樹脂の種類、噴霧 6 に照射する光の波長域や強度を適宜に組み合わせることにより、噴霧 6 中の液滴の硬化反応を適宜に制御することができる。噴霧 6 の一部のみに光 L を照射して噴霧 6 の一部を計測することも可能である。これにより、計測方法の多様化を図ることができる。

[0031] 上記の計測方法において、噴霧 6 に対する光 L の照射位置、及び照射時期は適宜に設定されてよい。それらの計測パラメータが変更される毎に区別して噴霧特性が分析されてもよい。例えば、図 3 に示したように、一回の計測では、噴霧 6 に対する光 L の照射位置を燃料噴射弁 2 の噴射口付近に設定し、別の計測では、噴霧 6 の先端部に光 L の照射位置を設定するといったように、計測毎に光 L の照射位置を変更し、照射位置毎に区別して噴霧特性を分析してもよい。この場合には、粒径分布、粒子平均径といった噴霧特性を噴霧 6 の位置と関連付けて分析することができる。複数位置での分析結果を相互に比較して、噴霧特性の位置的变化を分析することもできる。ただし、一回の計測であっても、試験液 3 の噴射を継続しつつ、光 L の照射位置を順次変更し、照射位置が変更される毎に噴霧 6（硬化した粒子を含む。）を区別して回収すれば、照射位置毎の噴霧特性の分析が可能である。

[0032] 照射時期については、例えば図 4 に示した計測方法 A のように、一回の計測で、噴射開始から噴射終了までの噴射期間中の全体に亘って光 L の照射（粒子の回収も含む。）を継続してもよい。ただし、噴射が終了しても、その後の一定時間に噴霧が残存することがある。そのような噴霧も計測対象に含める場合には、計測方法 A において、図 4 に想像線で示したように、噴射開始から噴射終了後一定時間が経過するまでの間を噴霧が存在し得る期間として設定し、その期間の全体に亘って光 L の照射を継続してもよい。あるいは、計測方法 B のように、一回の計測における光 L の照射時期（粒子の回収時期も含む。）を、噴霧が存在し得る期間内の一部の時期に限定してもよい。

照射時期は、制御ユニット 9 にて制御可能なパラメータとして設定すればよい。それにより、制御ユニット 9 は照射時期制御手段として機能する。さらに、噴霧が存在し得る期間内における照射時期の設定を計測毎に変更し、照射時期毎に噴霧特性を区別して分析してもよい。ちなみに、図 4 に例示した計測方法 B では、第 1 回目の計測で噴射開始からの一定時期に光 L が照射され、第 2 回目の計測では第 1 回計測における照射終了時から一定時期に光 L が照射され、以降同様に、照射時期を変更しつつ計測が繰り返される。第 N 回目（N は 3 以上の整数）の計測で噴射終了時期を終期とする一定時期に光 L が照射される。さらに、噴射終了直後の一定時間に光 L が照射されることにより、第 N + 1 回目の計測が行われる。ただし、図 4 の例では、噴霧が存在し得る期間の全体を複数の照射時期に区分しているが、噴霧が存在し得る期間の一部を複数の照射時期に区分してもよい。例えば、噴霧が存在し得る期間において、初期、中期、終期を、それらの間に適当な間隔を隔てつつ設定し、初期、中期、終期のそれぞれを照射時期として設定してもよい。

[0033] このように計測毎に光 L の照射時期を変更すれば、噴霧が存在し得る期間中の特定時期と関連付けて噴霧特性を分析することができる。また、照射時期毎の分析結果を相互に比較して、噴霧特性の時間的変化を分析することもできる。例えば、噴射開始からの噴霧特性が定常的ではない場合に、粒径分布の時間的変化等を分析することができる。ただし、一回の計測であっても、試験液 3 の噴射を継続しつつ時期に応じて噴霧（粒子を含む。）を区別して回収すれば、噴霧が存在する期間中の時期に応じた噴霧特性の分析が可能である。例えば、回収容器 8 を噴射方向と直交する方向に移動させつつ噴霧 6 を回収すれば、噴霧特性の時間的な変化を回収容器 8 上の位置に置き換えて特定することができる。

[0034] （第 2 の形態）

図 5 は、本発明の第 2 の形態に係る噴霧計測方法で使用する試験装置の概略を示している。ただし、図 5 において、図 1 の試験装置 1 と共通する要素には同一の参照符号を付し、以下では相違点を中心として説明する。図 5 の

試験装置 10 では、図 1 の試験装置 1 の構成を基本としつつ、これに一对の電極 11 A、11 B、直流電源 12 及び帯電装置 13 を追加した構成を有している。電極 11 A、11 B は、燃料噴射弁 2 及びその燃料噴射弁 2 から試験液 3 が噴射される領域を光 L の照射方向に挟み込むように互いに平行に対向して配置されている。一方の電極 11 A は直流電源 12 の正極に、他方の電極 11 B は直流電源の負極にそれぞれ接続される。直流電源 12 から電極 11 A、11 B 間に電圧を印加することにより、図 5 に破線矢印で示したように、電極 11 A、11 B 間に光 L の照射方向と平行に電場を付与することができる。

[0035] 帯電装置 13 は、タンク 4 に収容された試験液 3 に電荷を付与して帯電させる。例えば液体流動による帯電処理を行うように構成される。ただし、試験液 3 を帯電させる操作は、噴霧 6 に対して光 L が照射される前の段階に実施されていけばよい。例えば、タンク 4 から燃料噴射弁 2 に向かう途中で試験液 3 を帯電させるように帯電装置 13 が設けられてもよい。さらに、負側の電極 11 B には、その電極 11 B に吸着された粒子を保持するための保持部 14 が設けられている。保持部 14 は電極 11 B と一体に形成されてもよいし、電極 11 B とは別部品として形成され、電極 11 B への装着により実質的に電極 11 B の一部として機能するように設けられてもよい。電極 11 B には、照射装置 7 からの光 L を通すための孔又は窓が設けられる。ただし、照射装置 7 を電極 11 A、11 B 間に収容してもよい。

[0036] 次に、図 6 を参照して、試験装置 10 を利用した噴霧特性の計測方法の手順を説明する。ただし、図 6 において、図 2 に示した手順と共通する部分には同一符号を付し、以下では相違点を中心として説明する。図 6 に示した計測方法では、試験液 3 を調製した後、続いてその試験液 3 を帯電装置 13 にて帯電させる処理が行われる（ステップ S 11）。例えば、試験液 3 が正電荷に帯電させるように処理が行われる。そのステップ S 11 が、試験液を帯電させる工程に相当する。続いて、直流電源 12 から電極 11 A、11 B に電圧が印加されてそれらの間に電場がかけられる（ステップ S 12）。その

後、図2の例と同様に、試験液3の噴射（ステップS2）及び回収した粒子の分析が行われる（ステップS4）。粒子の液相からの分離は不要である。

[0037] 以上の方法によれば、試験液3に含まれている熱硬化型樹脂を光Lの照射によって硬化させているので、上述した第1の形態と同様に、粒子を回収して粒径分布、粒子の平均径といった噴霧特性を容易かつ精度よく計測することができる。しかも、試験液3が正電荷を帯びた状態で噴射されるので、光Lの照射で硬化した粒子が負側の電極11Bに引き寄せられ、保持部14に吸着される。保持部14に対する粒子の吸着位置（到達位置）は、粒子の質量と速度の関数であり、粒子の質量は粒径によって定まる。したがって、粒径が判明すれば、その粒径と粒子の吸着位置とに基づいて粒子の速度を特定することができる。言い換えれば、保持部14には、各粒子がその粒径と流速とに応じた分布で吸着され、保持される。例えば、図5において、粒子P1が粒径も速度も小さいもの、粒子P2は粒径が大きくても速度が小さいもの、粒子P3は粒径が小さくても速度が高いもの、粒子P4は粒径も速度も大きいものと仮定すれば、粒子P1は燃料噴射弁2から最も近い位置に吸着され、粒子P4は最も遠い位置に吸着される。粒子P3は速度が高いために粒子P1よりも遠い位置に吸着され、粒子P2は速度が低いために粒子P4よりも近い位置に吸着される。

[0038] したがって、保持部14の表面に保持された粒子群の分布を計測するとともに、保持部14に保持された各粒子の粒径を計測すれば、各粒子の速度を特定して速度分布も計測することができる。よって、噴霧特性をさらに詳細に計測することが可能である。粒子群の分布は、例えば保持部14の表面の全体像を撮影して分析することができる。一方、保持部14上の各粒子の粒径は、例えば保持部14の拡大像を撮影して分析することができる。試験液3の噴射方向に関して、光Lの照射範囲を噴霧6の特定範囲に限定しているので、その照射範囲に達する前の噴霧6内における液滴の状態を考慮することなく、保持部14における粒子の分布と、粒径とを求めることにより、粒子の速度を特定することが可能である。なお、本形態においても、上述した

図3又は図4の例と同様に、光Lの照射位置を変更し、あるいは光Lの照射時期を、噴霧が存在し得る期間の一部に制限しつつその照射時期を変更することにより、噴霧特性をさらに詳細に計測してもよい。

[0039] 本発明は、上述した形態に限定されることなく、各種の変更が可能である。例えば、試験液に含めるべき硬化型樹脂としては、熱硬化型樹脂に代えて、光硬化型樹脂、電子線硬化型樹脂といった各種のエネルギー線硬化型樹脂が用いられてもよい。つまり、可視光線、紫外線、X線、電子線、熱線等のエネルギー線の照射に伴って発生する熱、光化学反応等によって硬化する性質を有する樹脂であれば、試験液に含めるべき硬化型樹脂として適宜に選択可能である。照射装置から照射すべきエネルギー線も、紫外光等の特定波長域の光に限らず、硬化型樹脂の選択に合わせて適宜に変更可能である。さらに、エネルギー線を照射する以外の処理によって硬化作用を生じる樹脂が試験液に含めるべき硬化型樹脂として用いられてもよい。噴霧に対して適用されるべき処理は、硬化型樹脂に硬化作用を生じさせるものである限り適宜に選択することができる。

[0040] 本発明にて試験に用いられる噴射弁は内燃機関の燃料噴射弁に限定されず、その噴射されるべき液体も燃料に限定されない。試験液から噴射させるべき液体に硬化型樹脂を含め、その噴霧に対して硬化作用を生じさせる処理を適用して噴霧中の液滴を粒子として硬化させることができる限り、本発明の噴霧計測方法及び試験装置は各種の噴射弁からの噴霧の計測に適用することが可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 硬化型樹脂を含んだ試験液を噴射弁から噴射させる工程と、
 前記硬化型樹脂に硬化作用を生じさせるための処理を、前記噴射弁から噴射された試験液の噴霧に適用して、該噴霧中の液滴を粒子として硬化させる工程と、
 硬化した粒子を利用して前記噴射弁の噴霧特性を分析する工程と、
 を備えた噴霧計測方法。
- [請求項2] 前記硬化型樹脂がエネルギー線の照射によって硬化作用を生じる樹脂であり、前記硬化させる工程では、前記処理として、前記エネルギー線を前記噴霧に照射する請求項1に記載の噴霧計測方法。
- [請求項3] 前記硬化型樹脂として熱硬化型樹脂が用いられ、前記エネルギー線として特定波長域の光が用いられる請求項2に記載の噴霧計測方法。
- [請求項4] 前記噴霧に対する前記エネルギー線の照射が、前記噴射弁からの前記試験液の噴射方向に関して前記噴霧の一部の範囲に設定されている請求項2又は3に記載の噴霧計測方法。
- [請求項5] 前記エネルギー線の照射位置を前記噴射方向に沿って変更しつつ、前記照射位置が変更される毎に前記粒子を区別して分析する請求項4に記載の噴霧計測方法。
- [請求項6] 前記エネルギー線の照射時期を、前記試験液の噴霧が存在し得る期間の一部に限定する請求項2～5のいずれか一項に記載の噴霧計測方法。
- [請求項7] 前記試験液の噴霧が存在し得る期間の少なくとも一部を複数の照射時期に区分し、各照射時期に前記エネルギー線を照射し、区分された照射時期毎に前記粒子を区別して分析する請求項2～5のいずれか一項に記載の噴霧計測方法。
- [請求項8] 前記硬化型樹脂を含んだ試験液を、前記処理の適用前の段階で帯電させる工程をさらに備え、
 前記硬化させる工程では、前記試験液の噴射方向と直交する方向に

電場を発生させる請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の噴霧計測方法。

[請求項9] 前記硬化させる工程では、前記電場によって移動方向が曲げられた粒子を、前記噴射方向に沿って配置された保持部に吸着保持させて回収し、

前記分析する工程では、回収された粒子の前記保持部における分布及び粒径を計測し、得られた粒子の分布及び粒径とに基づいて、粒子の速度分布を特定する請求項 8 に記載の噴霧計測方法。

[請求項10] 前記噴射弁が内燃機関の燃料噴射弁であり、前記試験液は前記内燃機関の燃料に前記硬化型樹脂を混合して調製されている請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の噴霧計測方法。

[請求項11] 硬化型樹脂を含んだ試験液を噴射弁に供給する試験液供給手段と、
前記硬化型樹脂に硬化作用を生じさせるための処理を、前記噴射弁から噴射される試験液の噴霧に適用して、該噴霧中の液滴を粒子として硬化させる硬化手段と、
を備えた噴霧試験装置。

[請求項12] 前記試験液供給手段は、エネルギー線の照射によって硬化作用を生じる硬化型樹脂を含んだ試験液を前記噴射弁に供給し、
前記硬化手段は、前記処理として、前記エネルギー線を前記噴霧に照射する請求項 11 に記載の噴霧試験装置。

[請求項13] 前記試験液供給手段は、前記硬化型樹脂として熱硬化型樹脂を前記噴射弁に供給し、
前記硬化手段は、前記エネルギー線として特定波長域の光を照射する請求項 12 に記載の噴霧試験装置。

[請求項14] 前記硬化手段は、前記エネルギー線を、前記噴射弁からの前記試験液の噴射方向に関して前記噴霧の一部の範囲に限定して照射するように設けられている請求項 12 又は 13 に記載の噴霧試験装置。

[請求項15] 前記硬化手段は、前記エネルギー線の照射位置を前記噴射方向に沿

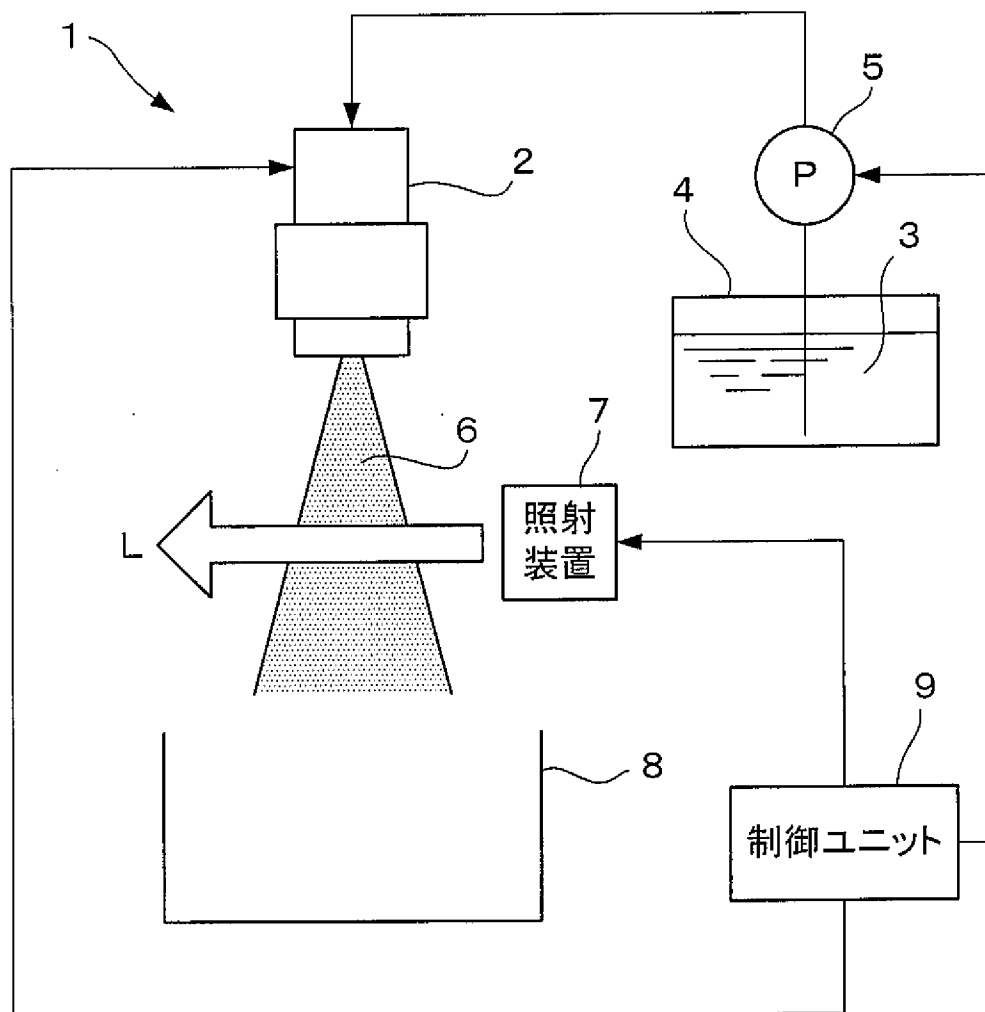
って変更可能とされている請求項 1 4 に記載の噴霧試験装置。

[請求項16] 前記エネルギー線の照射時期を、前記試験液の噴霧が存在し得る期間の少なくとも一部に限定する照射時期制御手段をさらに備えた請求項 1 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の噴霧試験装置。

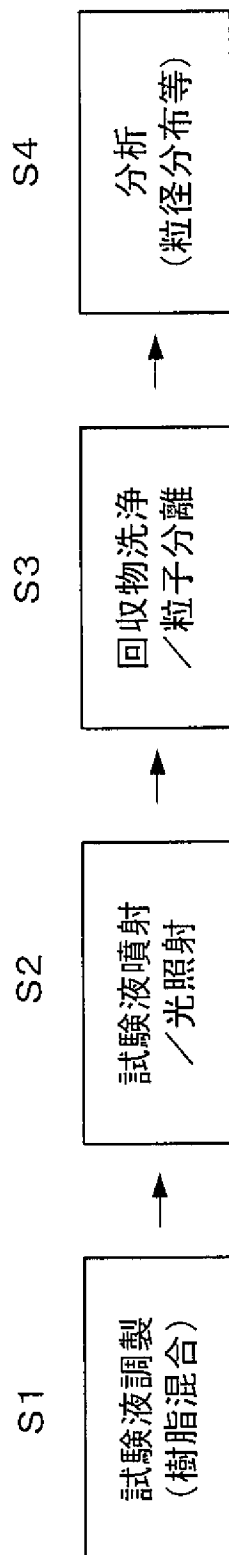
[請求項17] 前記硬化型樹脂を含んだ試験液を帯電させる帯電手段と、
前記試験液の噴射方向と直交する方向に電場を発生させる電場発生手段と、
を備えた請求項 1 1 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の噴霧試験装置。

[請求項18] 前記電場発生手段は、前記試験液が噴射される領域を噴射方向と直交する方向に挟み込むように対向して配置された一对の電極を有し、前記試験液の電荷と反対側の極性となる電極には、前記電場によって移動方向が曲げられた粒子を吸着保持する保持部が設けられている請求項 1 7 に記載の噴霧試験装置。

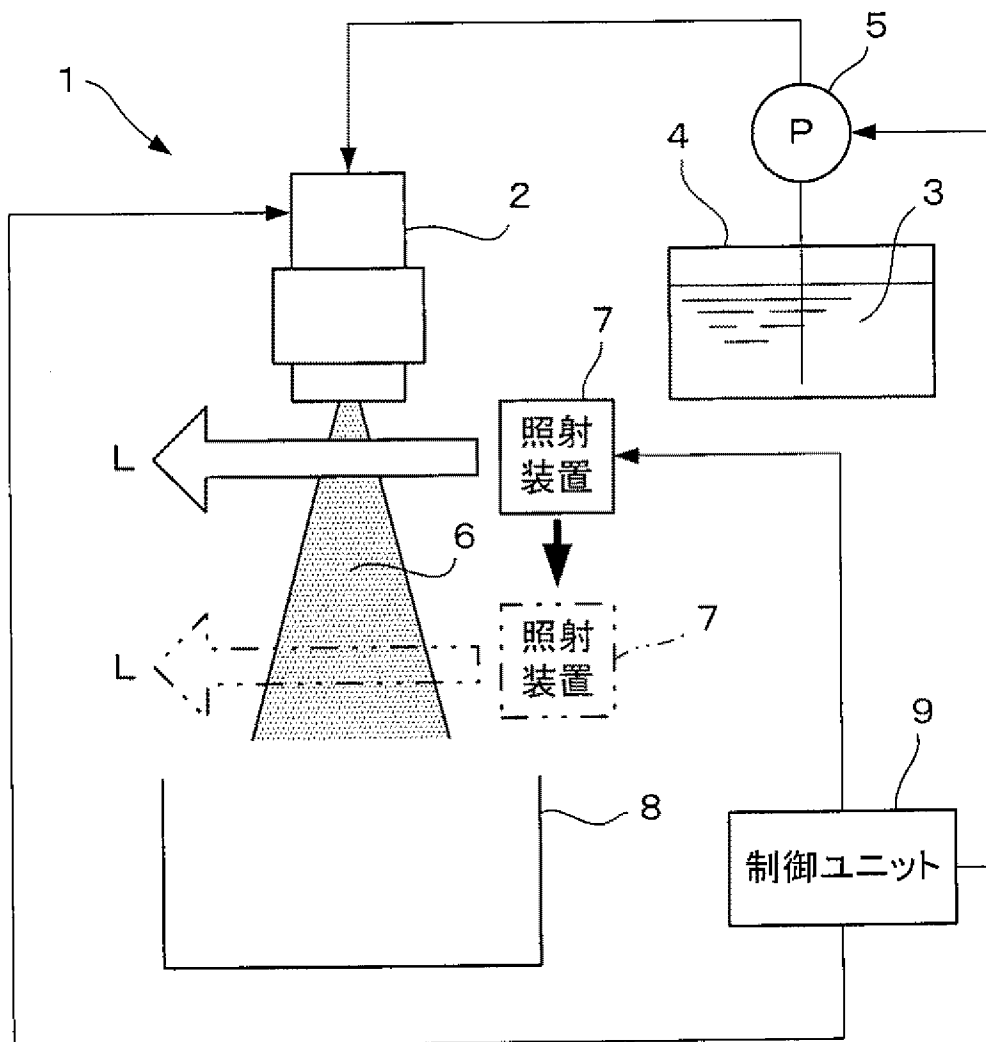
[図1]



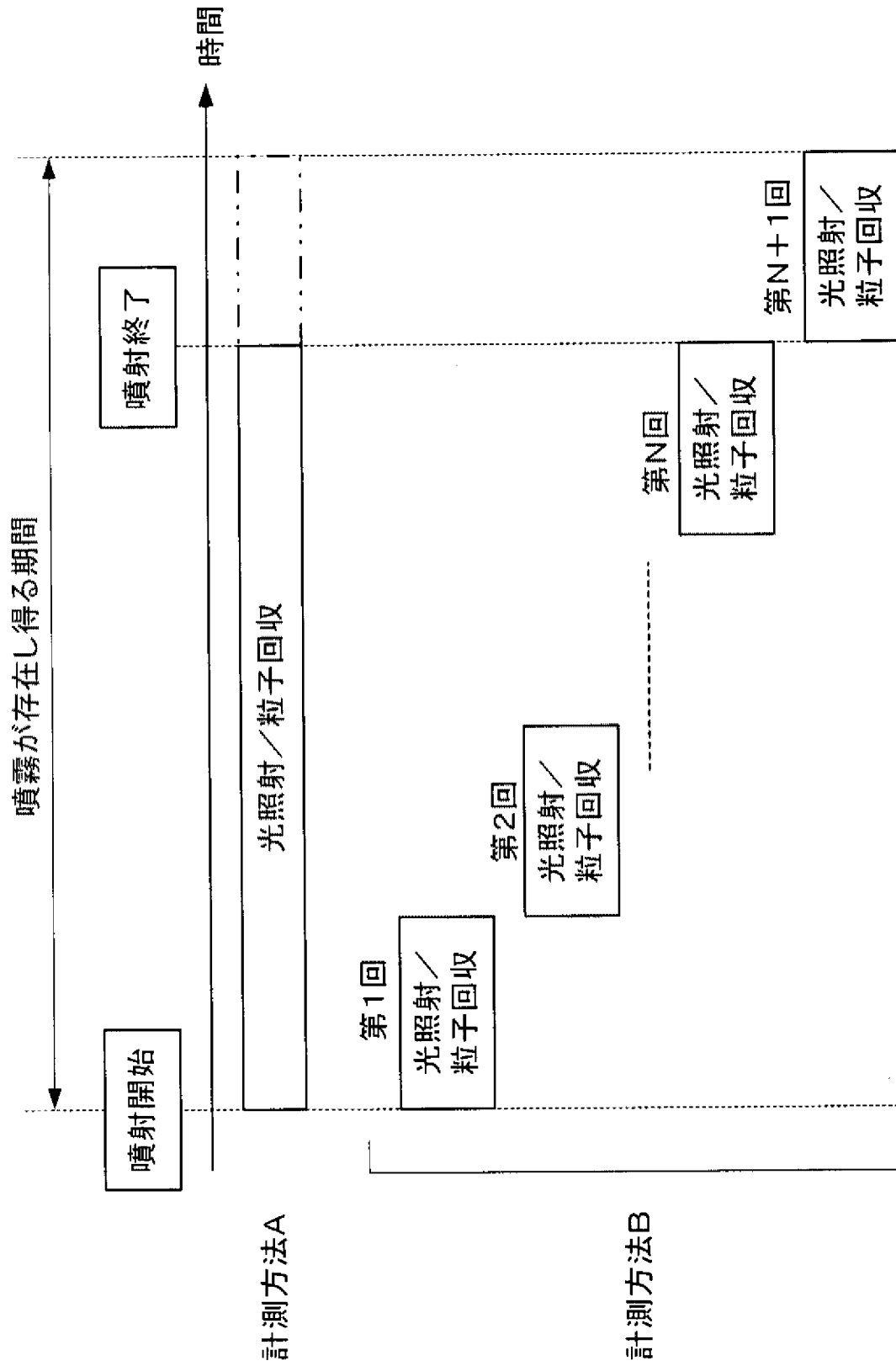
[図2]



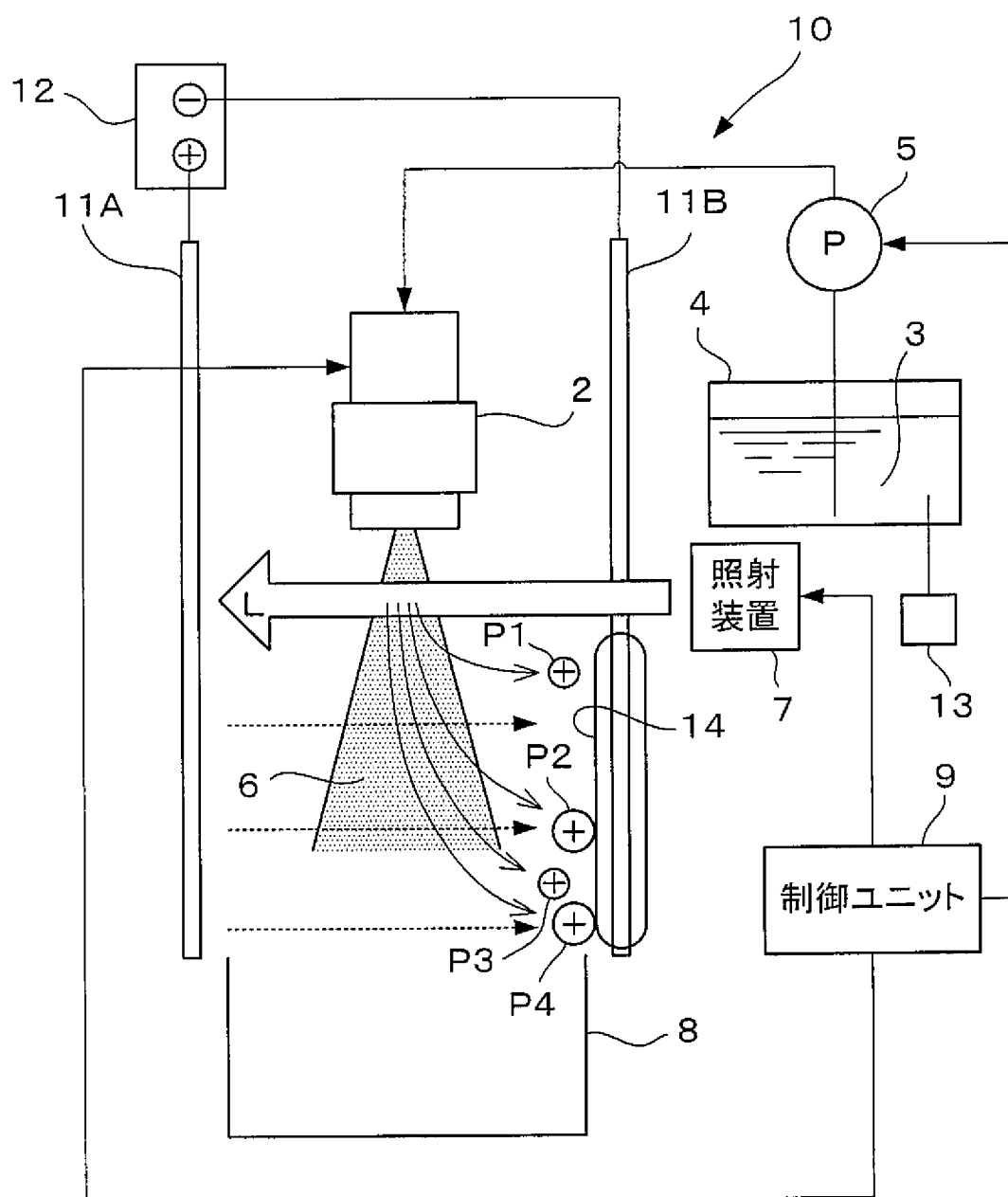
[図3]



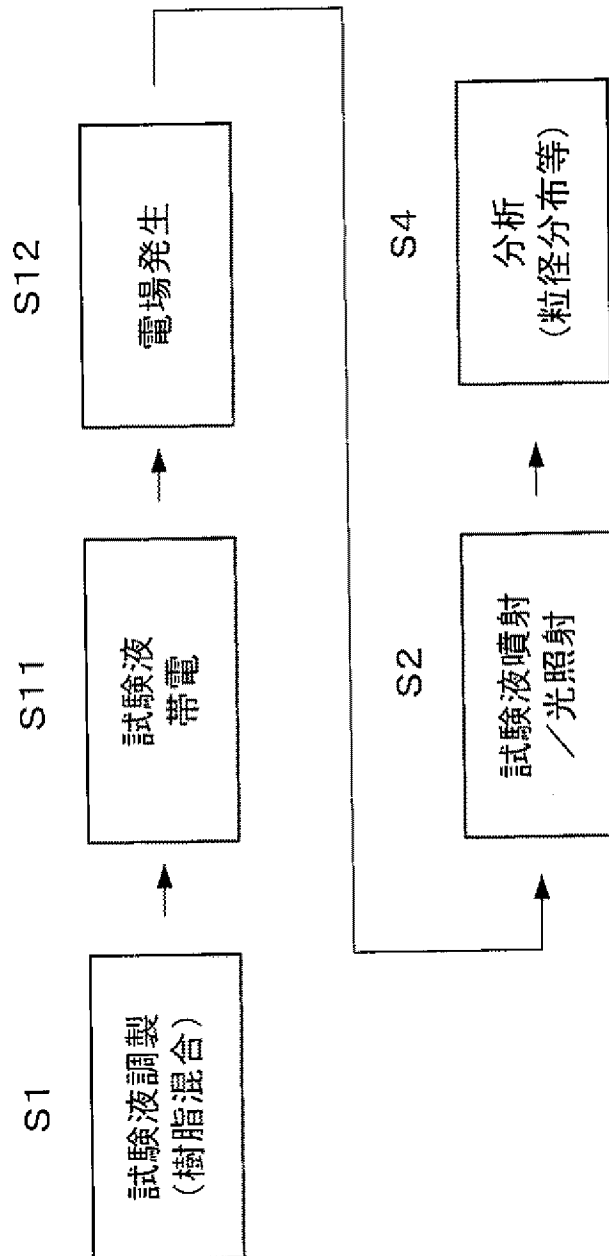
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/060138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N15/02 (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)

G01N15/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
A	JP 2004-340619 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2010-90244 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 22 April 2010 (22.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2000-162119 A (Denso Corp.), 16 June 2000 (16.06.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-18

☒ 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
13 July, 2011 (13.07.11)

Date of mailing of the international search report
26 July, 2011 (26.07.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/060138

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 10-90157 A (Zexel Corp.), 10 April 1998 (10.04.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 61-133974 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 21 June 1986 (21.06.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N15/02 (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 (I P C))

Int.Cl. G01N15/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
A	JP 2004-340619 A (石川島播磨重工業株式会社) 2004.12.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 8
A	JP 2010-90244 A (日立化成工業株式会社) 2010.04.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 8
A	JP 2000-162119 A (株式会社デンソー) 2000.06.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 8

☒ 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

1 3 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

高橋 亨

2 J

4 0 7 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2

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
A	JP 10-90157 A (株式会社ゼクセル) 1998.04.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 8
A	JP 61-133974 A (三菱重工業株式会社) 1986.06.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 8