

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-287243

(P2004-287243A)

(43) 公開日 平成16年10月14日(2004.10.14)

(51) Int. Cl.⁷
G02B 26/00
// G02B 5/28

F I
 G O 2 B 26/00
 G O 2 B 5/28

テーマコード (参考)
 2 H O 4 1
 2 H O 4 8

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-81170 (P2003-81170)
 (22) 出願日 平成15年3月24日 (2003.3.24)

(71) 出願人 503360115
 独立行政法人 科学技術振興機構
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
 (74) 代理人 100082876
 弁理士 平山 一幸
 (72) 発明者 松田 功
 神奈川県鎌倉市小袋谷1-7-13
 (72) 発明者 三沢 和彦
 東京都世田谷区上祖師谷3-17-8
 (72) 発明者 覧具 博義
 東京都中野区江古田4-5-16
 Fターム(参考) 2H041 AA23 AB14 AB15 AC01 AZ05
 2H048 GA04 GA61

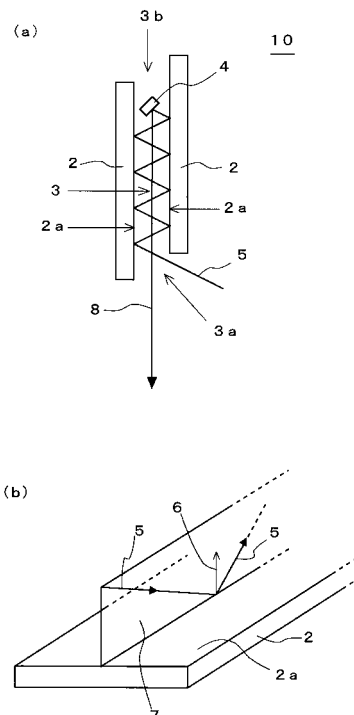
(54) 【発明の名称】 光周波数線形チャープ量可変装置

(57) 【要約】

【課題】 チャープ量を変化させる毎の光軸あわせを必要としない誘電体多層膜鏡を用いた光周波数線形チャープ量可変装置を提供する。

【解決手段】 誘電体多層膜面 2 a を向き合せて互いに平行に配列した 2 枚の誘電体多層膜鏡 2、2 と、誘電体多層膜鏡 2、2 によって挟まれる空間 3 内に配設した可動鏡 4 とを有する。可動鏡 4 は、2 枚の誘電体多層膜鏡 2、2 によって挟まれる空間 3 の一端から斜めに入射し複数回反射した入射光 5 を誘電体多層膜鏡面 2 に平行、入射光 5 と誘電体多層膜鏡 2 の面法線 6 で決定される入射面 7 内、かつ一端 3 a 方向に反射する。可動鏡 4 は、誘電体多層膜鏡面 2 a に平行、かつ入射面 7 内の方向に移動可能であり、この方向に沿って可動鏡 4 を前進または後進させることにより、付加するチャープ量を変化させる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

誘電体多層膜面を向き合わせて互いに平行に配列した 2 枚の誘電体多層膜鏡と、この 2 枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間内に配設した所定の傾きを有し、かつ所定の方向に移動可能な可動鏡とを有し、

上記可動鏡の所定の傾きは、上記 2 枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間の一端から斜めに入射し複数回反射した入射光を上記誘電体多層膜鏡面に平行、上記入射光と上記誘電体多層膜鏡の面法線で決定される入射面内、かつ上記一端方向に反射する傾きであり、上記移動可能な所定の方向は上記誘電体多層膜鏡面に平行、かつ上記入射面内の方向であり、

10

この方向に沿って可動鏡を前進または後進させることにより、付加するチャープ量を変化させることを特徴とする、光周波数線形チャープ量可変装置。

【請求項 2】

誘電体多層膜面を向き合わせて互いに平行に配列した 2 枚の誘電体多層膜鏡と、この 2 枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間内に配設した所定の傾きを有し、かつ所定の方向に移動可能な第 1 の可動鏡と第 2 の可動鏡とを有し、

第 1 の可動鏡の所定の傾きは、上記 2 枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間の一端から上記誘電体多層膜鏡面に平行に入射する入射光を反射し、この入射光と上記誘電体多層膜鏡の面法線で決定される入射面内で複数回反射させる傾きであり、

第 2 の可動鏡の所定の傾きは、上記複数回反射した入射光を上記誘電体多層膜鏡面に平行、上記入射面内、かつ、上記空間の他端方向に反射する傾きであり、

20

上記移動可能な所定の方向は上記誘電体多層膜鏡面に平行、かつ上記入射面内の方向であり、

この方向に沿って第 1 の可動鏡または第 2 の可動鏡を前進または後進させることにより、第 1 の可動鏡と第 2 の可動鏡との間の距離を制御して、付加するチャープ量を変化させることを特徴とする、光周波数線形チャープ量可変装置。

【請求項 3】

誘電体多層膜面を向き合わせて互いに平行に配列した 2 枚の誘電体多層膜鏡と、この 2 枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間内の中心に配設した、所定の傾きを有する第 1 の反射面と第 2 の反射面を有する固定鏡と、この固定鏡の両側に配置した、所定の傾きを有し、かつ所定の方向に移動可能な第 1 の可動鏡と第 2 の可動鏡とを有し、

30

上記固定鏡の所定の傾きを有する第 1 の反射面の傾きは、上記 2 枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間の一端から上記誘電体多層膜鏡面に平行に入射する入射光を反射し、この入射光と上記誘電体多層膜鏡面法線で決定される入射面内で複数回反射させる傾きであり、

第 1 の可動鏡の所定の傾きは、上記複数回反射した入射光を反射して、上記誘電体多層膜鏡面に平行かつ上記入射面内に複数回反射する傾きであり、

第 2 の可動鏡の所定の傾きは、第 1 の可動鏡によって反射された光を反射し、上記入射面内で複数回反射させる傾きであり、

上記固定鏡の所定の傾きを有する第 2 の反射面の傾きは、第 2 の可動鏡で反射され複数回反射した光を上記誘電体多層膜鏡面に平行、上記入射面内、かつ上記空間の他端に反射する傾きであり、

40

上記移動可能な所定の方向は上記誘電体多層膜鏡面に平行かつ入射面内の方向であり、この方向に沿って第 1 の可動鏡または第 2 の可動鏡を前進または後進させることにより、第 1 の可動鏡と第 2 の可動鏡との間の距離を制御して付加するチャープ量を変化させることを特徴とする、光周波数線形チャープ量可変装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、光化学反応分野、光材料加工分野、あるいは、超高速光通信分野で使用する

50

光周波数チャープ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、分子状態や固体の電子状態の制御、化学反応制御、あるいは材料加工等において、フェムト秒光パルスが様々な形態で利用されている（非特許文献1～5参照）。また、フェムト秒光パルスの応用が広がるにつれ、より時間幅の狭いフェムト秒光パルス発生装置や、コスト、利便性に優れたフェムト秒光パルス応用装置への要求が高まっている。

これらの要求を満たすためには、フェムト秒光パルスの周波数線形チャープ技術が重要である。周波数チャープとは、光パルスの瞬時周波数が時間的に変化する現象であり、時間とともに線形に増加する場合を正チャープ、線形に減少する場合を負チャープと呼ぶ。

10

【0003】

フェムト秒光パルスの発生は、時間幅が広がった光パルスのスペクトル成分間の相対位相を制御して、フーリエ変換限界程度に時間幅を圧縮する技術である。光パルスの時間軸上の拡がり、光パルスのスペクトル成分間の相対位相関係によって生ずるので、周波数に対して相対位相を補償することによって、すなわちチャープさせてパルス圧縮が行われる（非特許文献6参照）。線形チャープは、光の伝搬定数が、一定の群速度分散を有する場合、すなわち、周波数の2乗依存性を有する場合に生じることから、二次分散とも呼ばれる。

上記のように、フェムト秒光パルスの時間幅をさらに狭くする要求が高まっているが、光パルスの時間幅を狭めると、それに対応して周波数スペクトル幅が拡大するので、拡大した周波数スペクトルの成分間全てにチャープを与えることが必要になり、従来よりも広い周波数範囲にわたって、大きなチャープを与えることが必要になる。

20

【0004】

また、近年、フェムト秒光パルスを照射することによって誘起される物質の電子状態が、チャープの方向によって変化することが発見され、このような新たな原理に基づいて新物質を合成するためには、チャープの方向、チャープ量の大きさを精密に制御することが必要となってきた。

また、光通信の分野においても、光パルス信号の時間拡がりや、WDM (Wavelength Division Multiplex) における各波長信号間の時間遅れを無くすために、チャープの方向、チャープ量の大きさを任意に制御できる、コスト、利便性に優れたチャープ制御装置が必要とされている。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、線形チャープ技術に対する要望は極めて大きくなってきているが、下記に説明する従来の線形チャープ技術では、対応が困難である。

一般に、光パルスに正チャープを加えることは容易であるが、負チャープを加えるためには複雑な機構を要する。従来のチャープ量を制御する装置は、プリズム対、あるいは回折格子対を用い、この各対間の距離を変えて負チャープ量を変化させる装置が一般的であるが（非特許文献7参照）、これらの装置によって、広い周波数スペクトル範囲にわたって大きな負チャープを加えようとする線形チャープ、すなわち二次分散だけでなく、二次分散よりも高次の分散も加わってしまうという課題がある。

40

また、光パルスのスペクトルを周波数に依存して空間分散させ、周波数毎の異なった位置に空間配置した液晶デバイスや可変回折格子鏡を用い、周波数毎に所定の位相を加えてから合波し、チャープ量を制御する装置がある。しかし、これらの装置は、例えば、液晶素子は、光エネルギーに対する損傷しきい値が低く、高エネルギー光パルスの使用に耐えられない、また、装置がいずれも大型になるため、コストが高くなると共に、利便性が悪くなるといった課題がある。

【0006】

また、チャープ量を制御する装置としては、誘電体多層膜鏡がある（非特許文献8参照）。誘電体多層膜鏡は、屈折率（誘電率）の異なる光学薄膜を膜厚を制御して交互に複数積

50

層し、この積層膜から反射する光が、周波数に比例した位相を持つようにしたものである。この装置は、光エネルギーに対する損傷しきい値が高い光学物質、例えば、 SiO_2 や TiO_2 を誘電体多層膜として使用するので、高エネルギー光パルスの使用に耐える。また、光パルスを誘電体多層膜で反射させるだけなので、装置が小型である。

【0007】

【非特許文献1】

Kazuhiro Misawa and Takayosi Kobayashi J. Chem. Phys. 113, (200)

【非特許文献2】

G. Cerullo, C. J. Bardeen, Q. Wang, and C. V. Shank, Chem. Phys. Lett. 262, 362 (1996) 10

【非特許文献3】

C. J. Bardeen, Q. Wang, and C. V. Shank, Phys. Rev. Lett. 75, 3410

【非特許文献4】

J. Cao, C. J. Bardeen, and K. R. Wilson, Phys. Rev. Lett. 80, 1406 (1998)

【非特許文献5】

Jennifer I. Herek, Wendel Wohlleben, Richard J. Cogdell, Dirk Zeider & Marcus Motzkus Nature 417, 533 (2002) 20

【非特許文献6】

Maruzen Advanced Technology 電子・情報・通信編 矢島達夫編 丸善株式会社 平成2年3月15日発行 18~19頁

【非特許文献7】

Maruzen Advanced Technology 電子・情報・通信編 矢島達夫編 丸善株式会社 平成2年3月15日発行 96~97頁

【非特許文献8】

Robert Szipocs, Kdrpdt Ferencz, Christian Spilemann and Ferenc Krausz "Chirped multilayer coatings for broadband dispersion control in femtosecond lasers" Opt. Lett. 19, 201 (1994) 30

【非特許文献9】

Rick Trebino, Kenneth W. DeLong, David N. Fittinghoff, John N. Sweetser, Marco A. Krumbugel, and Bruce A. Richman, and Daniel J. Kane, "Measuring ultrashort laser pulses in the time-frequency domain using frequency-resolved optical gating", Rev. Sci. Instrum. 68(9), 3277 (1997) 40

【0008】

しかしながら、誘電体多層膜鏡を使用した従来の線形チャープ装置は以下に説明する課題がある。

図5は従来の誘電体多層膜鏡を使用した線形チャープ装置を示す図である。この装置は、平行に配置した誘電体多層膜鏡51, 51からなり、誘電体多層膜鏡51, 51の相対位置を調節することによって、光パルス52の誘電体多層膜鏡51, 51による反射回数を制御して、光パルス52に加える負チャープ量を制御する。

図5(a)は反射回数2回の場合を示しており、図5(b)は反射回数が4回の場合を示しており、図の点線は(a)に示した反射回数2回の場合の光軸を示している。すなわち 50

、チャープ量を少なくするには、(a)に示すように誘電体多層膜鏡21, 21の相対位置を離して反射回数を減らし、負チャープ量を多くするには、(b)に示すように、誘電体多層膜鏡21, 21の相対位置を近づけて反射回数を増やす。

この構成においては、図5(b)の実線と点線に示すように、設定した反射回数毎に、すなわちチャープ量を変化させる毎に光軸がずれてしまう。このように、従来の誘電体多層膜鏡を用いたチャープ量を可変できる装置は、チャープ量を変化させる毎に光軸あわせを必要とし、あるいは、光軸を再調整するための光学系を必要とし、このため、極めて利便性が低かった。

【0009】

上記課題に鑑み本発明は、誘電体多層膜鏡を用いたチャープ量可変装置において、チャープ量を変化させる毎の光軸あわせを必要としない光周波数線形チャープ量可変装置を提供することを目的とする。

10

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の光周波数線形チャープ量可変装置は、誘電体多層膜面を向き合わせて互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡と、この2枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間内に配設した、所定の傾きを有し、かつ所定の方向に移動可能な可動鏡とを有しており、可動鏡の所定の傾きは、2枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間の一端から斜めに入射し複数回反射した入射光を誘電体多層膜鏡面に平行、入射光と誘電体多層膜鏡の面法線で決定される入射面内、かつ空間の一端に反射する傾きである。所定の方向は誘電体多層膜鏡面に平行、かつ入射面内の方向であり、この方向に沿って可動鏡を前進または後進させることにより、付加するチャープ量を変化させる構成で成る。

20

【0011】

この構成によれば、互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡の一端から入射した光は、2枚の誘電体多層膜鏡間で複数回反射して可動鏡に至り、可動鏡で反射されて誘電体多層膜鏡面と平行、かつ入射面内の光線となって出射する。

従って、可動鏡を前進または後進することによって入射光の反射回数を制御して反射回数に比例したチャープ量を付加できると共に、可動鏡の位置によらずに同一方向の出射光が得られる。そのため、チャープ量を変化させる毎の光軸あわせが必要なくなり、また、光軸あわせのための光学系を付加する必要が無く、低コスト、利便性に優れた光周波数線形チャープ量可変装置を提供できる。

30

【0012】

また、本発明の光周波数線形チャープ量可変装置の第二の構成は、誘電体多層膜面を向き合わせて互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡と、2枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間内に配設した、所定の傾きを有し、かつ所定の方向に移動可能な第1の可動鏡と第2の可動鏡を有しており、第1の可動鏡の所定の傾きは、2枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間の一端から誘電体多層膜鏡面に平行に入射する入射光を反射し、入射光と誘電体多層膜鏡の面法線で決定される入射面内で複数回反射させる傾きであり、第2の可動鏡の所定の傾きは、複数回反射した入射光を誘電体多層膜鏡面に平行、入射面内、かつ、空間の他端方向に反射する傾きである。所定の方向は誘電体多層膜鏡面に平行、かつ入射面内の方向であり、この方向に沿って第1の可動鏡または第2の可動鏡を前進または後進させることにより、第1の可動鏡と第2の可動鏡との間の距離を制御して、付加するチャープ量を変化させることを特徴としている。

40

【0013】

この第二の構成によれば、互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡の一端から誘電体多層膜鏡面に平行に入射した光は第1の可動鏡によって反射し、2枚の誘電体多層膜鏡間で複数回反射して第2の可動鏡に至り、第2の可動鏡で反射されて2枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間の他端から入射方向と同一方向に出射する。第1の可動鏡または第2の可動鏡を前進または後進させることにより、付加するチャープ量を可変することができると共に、入射方向と同一方向の出射光を得ることができる。すなわち、この第二の光

50

周波数線形チャープ量可変装置は、装置に入射する光の方向と出射する方向とが同一であることを特徴とするものである。

【0014】

さらに、本発明の光周波数線形チャープ量可変装置の第三の構成は、誘電体多層膜面を向き合わせて互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡と、2枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間内の中心に配設した、所定の傾きを有する第1の反射面と第2の反射面を有する固定鏡と、固定鏡の両側に配置した、所定の傾きを有し、かつ所定の方向に移動可能な第1の可動鏡と第2の可動鏡とを有しており、固定鏡の所定の傾きを有する第1の反射面の傾きは、2枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間の一端から誘電体多層膜鏡面に平行に入射する入射光を反射し、入射光と誘電体多層膜鏡面法線で決定される入射面内で複数回反射させる傾きであり、第1の可動鏡の所定の傾きは、複数回反射した入射光を反射して、誘電体多層膜鏡面に平行かつ入射面内に反射する傾きであり、第2の可動鏡の所定の傾きは、第1の可動鏡によって反射された光を反射し、入射面内で複数回反射させる傾きであり、固定鏡の所定の傾きを有する第2の反射面の傾きは、第2の可動鏡で反射され複数回反射した光を誘電体多層膜鏡面に平行かつ入射面内に反射する傾きである。所定の方向は誘電体多層膜鏡面に平行かつ入射面内の方向であり、この方向に沿って第1の可動鏡または第2の可動鏡を前進または後進させることにより、第1の可動鏡と第2の可動鏡との間の距離を制御して付加するチャープ量を変化させることを特徴とするものである。

10

【0015】

この第三の構成によれば、互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡の一端から誘電体多層膜鏡面に平行に入射した光は、固定鏡の第1の反射面で反射し2枚の誘電体多層膜鏡間で複数回反射して第1の可動鏡に至り、第1の可動鏡で入射方向と同一方向に反射されて第2の可動鏡に至り、第2の可動鏡で反射し2枚の誘電体多層膜鏡間で複数回反射して固定鏡の第2の反射面に至り、第2の反射面で反射して2枚の誘電体多層膜鏡によって挟まれる空間の他端から入射方向と同一方向へ出射する。第1の可動鏡または第2の可動鏡を前進または後進させることにより、第1の可動鏡と第2の可動鏡との間の距離を制御して付加するチャープ量を可変する。第1の可動鏡と第2の可動鏡との間の距離を制御することによって入射光の反射回数を制御し、反射回数に比例したチャープを付加し、入射方向と同一方向に出射光を得ることができると共に、可動鏡の厚みによる制限を受けずに反射させることができるので、入射角をより小さくすることができ、その結果、単位長さあたりの反射回数を多くすることができるので、より大きなチャープ量を制御することができる。

20

30

【0016】

本発明の装置は、チャープ量を変化させる毎の光軸あわせを必要とせず、また、一回の反射によるチャープ量が決まっているためにパルスに加えたチャープ量が反射の回数で直ちに確認できる。また、誘電体多層膜であるので高エネルギー光パルスの使用に耐える。また、構造が簡単なため小型化が可能であり、低コスト、利便性に優れた装置である。このように本発明の装置によれば、従来のチャープ量制御装置が有していた全ての課題を克服することができる。

40

【0017】

【発明の実施形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、実質的に同一の部材又は部分には同一の符号を用いて説明する。

図1は、本発明の光周波数チャープ量可変装置の第1の実施の形態の構成を示す図である。(a)は本装置の構成を示し、(b)は、入射光と誘電体多層膜鏡の法線とで決定される入射面を模式的に示す図である。

本発明の光周波数チャープ量可変装置10は、図1(a)に示すように、誘電体多層膜面2a, 2aを向き合わせて互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡2, 2と、誘電体多層膜鏡2, 2によって挟まれる空間3内に配設した、所定の傾きを有し、かつ所定の方

50

向に移動可能な可動鏡 4 とを有している。

【0018】

誘電体多層膜鏡 2, 2 は、上記したように、屈折率（誘電率）の異なる光学薄膜を膜厚を制御して交互に複数積層し、この積層膜から反射する光が、光周波数に比例した位相を持つようにしたものである（非特許文献 8 参照）。光エネルギーに対する損傷しきい値が高い光学物質、例えば、 SiO_2 や TiO_2 を誘電体多層膜として使用するの、高エネルギー光パルスの使用に耐える。

【0019】

可動鏡 4 の傾きは、空間 3 の一端 3 a から斜めに入射し、誘電体多層膜面 2 a, 2 a 間で複数回反射した入射光 5 を、入射面 7 内の誘電体多層膜鏡面 2 a に平行な方向に、かつ空間 3 の一端 3 a 方向に反射する傾きである。ここで、入射面とは図 1 (b) に示すように、入射光 5 の光線ベクトルと誘電体多層膜鏡面 2 a の面法線ベクトル 6 とで決定される面 7 のことであり、また、入射角とは入射光 5 の光線ベクトルと面法線ベクトル 6 とがなす角のことであり、以後の説明においても同様とする。

可動鏡 4 の移動可能な方向は、誘電体多層膜鏡面 2 a に平行、かつ入射面内の方向であり、この方向に沿って可動鏡 4 を前進または後進させることにより付加するチャープ量を可変する。

【0020】

この構成によれば、互いに平行に配列した 2 枚の誘電体多層膜鏡 2, 2 の一端 3 a から入射した入射光 5 は、誘電体多層膜鏡面 2 a, 2 a 間で複数回反射して可動鏡 4 に至り、可動鏡 4 で反射されて誘電体多層膜鏡面 2 a, 2 a に平行、かつ入射面 7 内の光線となって出射光 8 となる。従って、可動鏡 4 を前進または後進することによって入射光 5 の反射回数を制御して反射回数に比例したチャープ量を付加できると共に、可動鏡 4 の位置によらずに同一方向の出射光 8 が得られる。従って、チャープ量を変化させる毎の光軸あわせが必要なくなり、または、光軸あわせのための光学系を付加する必要がなくなり、低コスト、利便性に優れた光周波数線形チャープ量可変装置が得られる。

【0021】

次に本発明の光周波数線形チャープ量可変装置の第 2 の実施形態を説明する。図 2 は、本発明の光周波数線形チャープ量可変装置の第 2 の実施形態の構成を示す図である。図 1 に示した装置においては入射方向と出射方向が異なるが、この装置は入射方向と出射方向を揃えることができることを特徴としている。

第 2 の実施形態の光周波数線形チャープ量可変装置 20 は、誘電体多層膜面 2 a, 2 a を向き合わせて互いに平行に配列した 2 枚の誘電体多層膜鏡 2, 2 と、誘電体多層膜鏡 2, 2 によって挟まれる空間 3 内に配設した、所定の傾きを有し、かつ所定の方向に移動可能な第 1 の可動鏡 4 a と第 2 の可動鏡 4 b とを具備している。

【0022】

第 1 の可動鏡 4 a の傾きは、空間 3 の一端 3 a から誘電体多層膜鏡面 2 a に平行に入射する入射光 5 を、誘電体多層膜面 2 a, 2 a 間で複数回反射させ、かつ空間 3 の他端 3 b 方向に向かわせる傾きである。

第 2 の可動鏡 4 b の傾きは、複数回反射した入射光 5 を誘電体多層膜鏡面 2 a に平行で、入射面 7 内、かつ、空間 3 の他端 3 b 方向に反射する傾きである。

可動鏡 4 a, 4 b の移動可能方向は、誘電体多層膜鏡面 2 a に平行、かつ入射面 7 内の方向であり、この方向に沿って第 1 の可動鏡 4 a または第 2 の可動鏡 4 b を前進または後進させることにより、第 1 の可動鏡 4 a と第 2 の可動鏡 4 b との間の距離を制御して、付加するチャープ量を可変する。

【0023】

この構成によれば、互いに平行に配列した 2 枚の誘電体多層膜鏡 2, 2 の一端から誘電体多層膜鏡面 2 a に平行に入射した入射光 5 は第 1 の可動鏡 4 a によって反射し、誘電体多層膜面 2 a, 2 a 間で複数回反射して第 2 の可動鏡 4 b に至り、第 2 の可動鏡 4 b で反射されて 2 枚の誘電体多層膜鏡 2, 2 によって挟まれる空間 3 の他端 3 b から入射方向と同

10

20

30

40

50

一方向に出射する。第1の可動鏡4 aまたは第2の可動鏡4 bを前進または後進させることにより、付加するチャープ量を可変することができると共に入射方向と同一方向の出射光を得ることができる。

【0024】

次に本発明の光周波数線形チャープ量可変装置の第3の実施形態を説明する。図3は、本発明の光周波数線形チャープ量可変装置の第3の実施形態の構成を示す図である。図2に示した装置は、図から明らかなように、入射光の入射角を小さくしていくと反射光が可動鏡の厚みに遮られるようになり、入射角に限界がある。

第3の実施形態の装置は、入射角を小さくすることができ、従って付加するチャープ量を大きくできることを特徴としている。

第3の実施形態に係る光周波数線形チャープ量可変装置30は、誘電体多層膜面2 a, 2 aを向き合わせて互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡2, 2と、誘電体多層膜鏡2, 2によって挟まれる空間3内の中心に配設した固定鏡9と、固定鏡9の両側に配置した、第1の可動鏡4 aと第2の可動鏡4 bとを有している。

【0025】

固定鏡9は、所定の傾きを有する第1の反射面9 aと第2の反射面9 bとを有しており、第1の可動鏡4 aと第2の可動鏡4 bは、所定の傾きを有し、また、所定の方向に移動可能である。

固定鏡9の第1の反射面9 aの傾きは、空間3の一端3 aから誘電体多層膜鏡面2に平行に入射する入射光5を、入射面7内で、かつ誘電体多層膜面2 a, 2 a間で複数回反射させ、かつ、第1の可動鏡4 a方向に戻す傾きであり、第1の可動鏡4 aの傾きは、複数回反射した入射光5を入射面7内で、誘電体多層膜鏡面2 aに平行、かつ第2の可動鏡4 b方向に反射させる傾きであり、第2の可動鏡4 bの傾きは、第1の可動鏡4 aによって反射された光を入射面7内で、誘電体多層膜鏡面2 a, 2 a間で複数回反射させ、かつ固定鏡9の第2の反射面9 b方向に戻す傾きであり、固定鏡9の第2の反射面9 bの傾きは、第2の可動鏡4 bで反射され複数回反射した光を入射面7内で、誘電体多層膜鏡面2 aに平行、かつ空間3の他端3 b方向に反射する傾きである。

可動鏡4 a, 4 bの移動可能方向は誘電体多層膜鏡面2 aに平行かつ入射面7内の方向であり、この方向に沿って第1の可動鏡4 aまたは第2の可動鏡4 bを前進または後進させることにより、第1の可動鏡4 aと第2の可動鏡4 bとの間の距離を制御して付加するチャープ量を可変する。

【0026】

この構成によれば、互いに平行に配列した2枚の誘電体多層膜鏡2, 2の一端3 aから誘電体多層膜鏡面2 aに平行に入射した入射光5は、固定鏡9の第1の反射面9 aで反射し誘電体多層膜鏡面2 a, 2 a間で複数回反射して第1の可動鏡4 aに至り、第1の可動鏡4 aで入射方向と同一方向に反射されて第2の可動鏡4 bに至り、第2の可動鏡4 bで反射し誘電体多層膜鏡面2 a, 2 a間で複数回反射して固定鏡9の第2の反射面9 bに至り、第2の反射面9 bで反射して空間3の他端3 bから入射方向と同一方向に出射する。第1の可動鏡4 aまたは第2の可動鏡4 bを前進または後進させることにより、第1の可動鏡4 aと第2の可動鏡4 bとの間の距離を制御して付加するチャープ量を可変する。

【0027】

第3の実施形態の装置では、誘電体多層膜鏡面2 a, 2 a間の複数回反射が、常に可動鏡の反射面の前面で起こるようになるので、図1及び図2の構成に比べて、入射光線の入射角を小さくすることができる。従って、第1の可動鏡4 aと第2の可動鏡4 bとの間の距離を制御することによって、入射光の反射回数を制御し、反射回数に比例したチャープを付加し、入射方向と同一方向に出射光を得ることができると共に、入射角をより小さくすることができる。その結果、単位長さあたりの反射回数を多くすることができ、より大きなチャープ量を制御することができる。

【0028】

次に、本発明の実施例を説明する。

10

20

30

40

50

本実施例は、図 1 に示した本発明の第 1 の実施形態による光周波数線形チャープ量可変装置を用いて行った。用いた誘電体多層膜鏡は、シグマ光機株式会社製のシグマ光機 G F M - S E T - 5 0 f s 2 である。

入射光にフェムト秒光パルスを用い、第 1 の実施形態の装置を用い、可動鏡の位置を変えて、反射回数を変化させた。出力光の光パルスの瞬時周波数を F R O G (F r e q u e c y R e s o l v e d O p t i c a l G a t i n g : 非特許文献 6 参照) 法を用いて測定した。

図 4 は、実施例の測定結果を示す図である。横軸は時間軸であり、右側の縦軸はフェムト秒光パルスの電界強度(任意メモリ)を示し、左側の縦軸は瞬時周波数を表す。図 4 (a) , (b) , (c) は、この順番に反射回数を増やして測定した結果を示す図である。図 10 において、曲線 A は、フェムト秒光パルスの時間軸状の電界強度分布を表し、曲線 B は F R O G 測定装置の出力を表している。直線 C は曲線 B から求めた瞬時周波数を表す。尚、図中の数値はチャープレートと呼ばれる単位時間あたりの周波数変化量を示す量であり、直線 C の勾配である。

図にみられるように、直線 C は、反射回数を増やすに従って勾配が負方向に大きくなり、線形負チャープ量が反射回数に比例して増加していることがわかる。なお、図 4 (a) において、直線 C が正の勾配を有しているのは、入射光のフェムト秒光パルスが正の線形チャープ量を有しているため、(a) の測定における反射回数では正の線形チャープ量を補償仕切れないためである。

【 0 0 2 9 】

20

【発明の効果】

上記説明から理解されるように、本発明の装置によれば、極めて広帯域な周波数にわたって大きなチャープ量を付加することができ、しかも、付加するチャープ量毎に光軸あわせをする必要が無い。また光パルスの入射方向によらずに一定方向に、あるいは入射方向と同一方向に出力光を得ることができる。

従って、本発明は、今後必要とされる、パルス幅のより狭いフェムト秒光パルスの生成に、あるいは、チャープ量を簡便、低コスト、かつ任意に制御することが必要な、光化学反応分野、光材料加工分野、あるいは、超高速光通信分野で使用すれば極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の光周波数チャープ量可変装置の第 1 の実施の形態の構成を示す図である

30

【図 2】本発明の光周波数チャープ量可変装置の第 2 の実施の形態の構成を示す図である

【図 3】本発明の光周波数チャープ量可変装置の第 3 の実施の形態の構成を示す図である

【図 4】実施例の測定結果を示す図である。

【図 5】従来の誘電体多層膜鏡を使用した線形チャープ装置を示す概略構成図である。

【符号の説明】

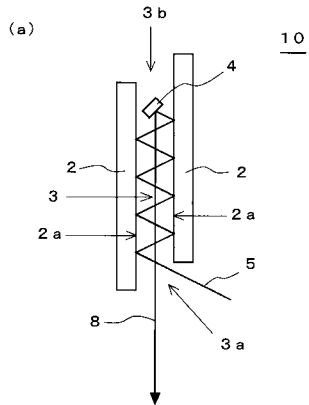
- 2 誘電体多層膜鏡
- 2 a 誘電体多層膜面
- 3 誘電体多層膜鏡で挟まれる空間
- 3 a 空間の一端
- 3 b 空間の他端
- 4 可動鏡
- 4 a 第 1 の可動鏡
- 4 b 打 2 の可動鏡
- 5 入射光
- 6 誘電体多層膜面の面法線
- 7 入射面
- 8 出射光

40

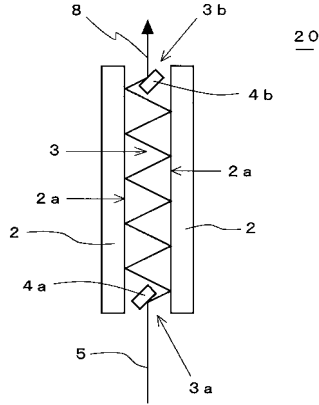
50

- 9 固定鏡
- 9 a 第 1 の反射面
- 9 b 第 2 の反射面
- 1 0 第 1 の実施の形態の光周波数チャープ量可変装置
- 2 0 第 2 の実施の形態の光周波数チャープ量可変装置
- 3 0 第 3 の実施の形態の光周波数チャープ量可変装置
- 5 1 誘電体多層膜鏡
- 5 2 入射光パルス

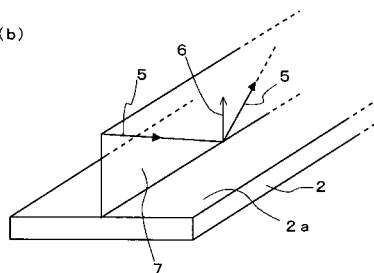
【図 1】



【図 2】

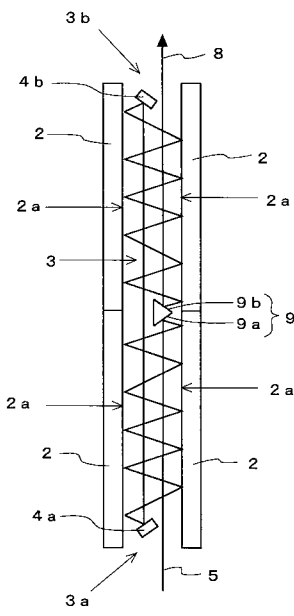


(b)

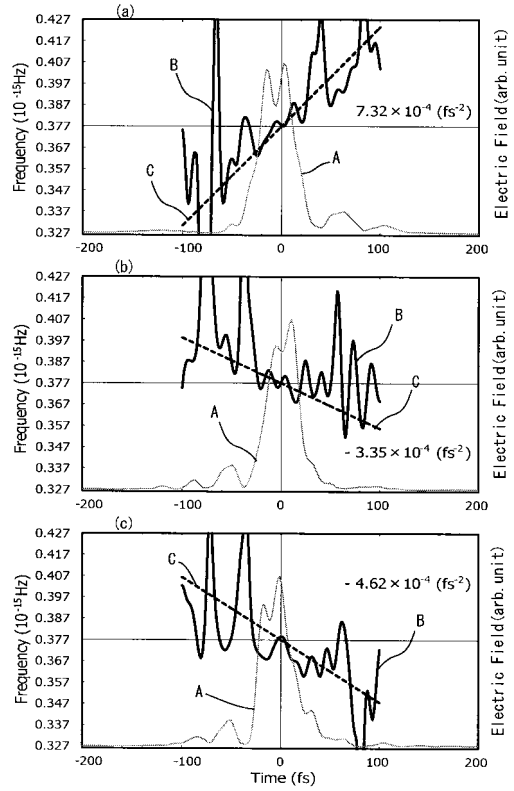


【 図 3 】

30



【 図 4 】



【 図 5 】

