パルス磁石を用いた 真空複屈折の探索 Ⅱ

上岡修星、樊星、稲田聡明、 山崎高幸^A、難波俊雄^A、浅井祥仁、 大間知潤子、吉岡孝高、五神真



日本物理学会2016春季大会 22aAM-2@東北学院大学 2016/3/22

もくじ

- ・実験に向けた装置開発
- ・組み立ての現状
- ・これから
- まとめ

実験に向けた装置開発

- パルス磁石とFabry-Pérot 共振器を組み合わせるための実験 装置を設計、開発した。
- F = 300,000用のミラーは扱いがデリケートなのでまずF = 30,000用のミラーを使用。
- パルス磁石は一つ使用するので磁場領域0.2m
- 開発に関して考慮したのは以下の点

☑磁石の振動を共振器まで伝えないための機械的な防振構造
 ☑自発共鳴型のFabry-Pérot共振器を磁石と組み合わせるための光学系

図検出器の配置

実験装置概観



レーザーやミラーを扱うので遮光付きのクリーンブースも自作。クリーンブース内に磁石や光学系、外に電源が配置。

クリーンブースの中身



- 1.2m*2.4mの光学定盤上に磁石、共振器を設置。
- 次のスライドから装置の概要説明していきます





- ミラーの間にパルス磁石。
- ミラーと偏光板は真空チャンバーに封入。
- 光路の入り口側と出口側をファイバーで接続。
- ・ 二枚の偏光板はどちらも同じ方向の偏光が通過する。
 →後方の偏光板で跳ねられた光が複屈折のシグナル







- 磁石は定盤から分離 している質量250kgの ステンレス土台に固 定することで振動か ら光学系を分離
- 磁石の管と真空チャンバーはベローズを介して接続。







- 偏光板で跳ねられた光は チャンバー上部の窓を通 じて取りだす。
- チャンバーはベローズを 使って定盤と接続することで防振。

光学系(1/2) 出口側



光学部品はチャンバー の外、定盤上に。 出口側の光学系の役割 ✓ 共振器の透過光を ファイバーへ誘導 ✓ビームサンプラーで透 過光量の一部を跳ねて PDへ。



光学系(2/2) 入り口側

- ・ 光学部品はチャンバーの
 外、定盤上に。
- 入り口側光学系の役割

✓ファイバーからの
 光を共振器へ誘導
 ✓入射光の偏光制御
 →入り口偏光板で跳ね
 られる光量が多いと
 発振に不利



磁石と共振器のアライメント(1/2)

- レーザーを磁石に通した時のロス を減らしてフィネスを確保するために
 管の中心+/-1mmにレーザーを通したい
 →10ppm程度のロスも利いてくる。
- 直径0.5[mm]の穴を開けたふた
 を両端にかぶせ、透過光強度が
 最大になるようにアライメント





レーザーはこの管内を通る(φ5.3mm)

ф0.5mm の穴

磁石と共振器のアライメント(2/2)

 前述の方法でアライメントしたフィードバックシステムなしの Fabry-Pérot共振器を作りフィネスを測定。



フィネスは共振から外れ た時の強度減衰の時定 数から計算可能。

時定数30µs≈ F=30,000

→ 磁石と組み合わせても期待通りのフィネスが確保できた

磁石と共振器のアライメント(2/2)

 前述の方法でアライメントしたフィードバックシステムなしの Fabry-Pérot共振器を作りフィネスを測定。



これから

- Heも磁場中で複屈折性を示す。k_{CM}^{He} = 2.4 × 10⁻²¹[T⁻²Pa⁻¹]で、
 1Paでも真空複屈折より3桁大きい。→現在のプロトタイプで
 感度をもつ。
- まずはヘリウムの複屈折測定をおこない、磁石に対する共振器の安定性、測定器のノイズをスタディ、装置の校正を行う。
- 秋の物理学会でHe実験の結果を報告する。
- そのあと入手済みのR>99.999%のミラーに交換しF>300,000
 の共振器を作成、磁石を複数個用いることで磁場領域をより 長くして本番。
- 来年度春の学会で真空複屈折の測定結果の報告を行う。

まとめ

- 真空複屈折はQEDの予言する電磁場の非線形効果で光と結 合する未知粒子にも感度を持つが未観測である。
- 我々は、<u>繰り返しの速い強パルス磁石</u>と高い安定性を持つ <u>自発共鳴型のFabry-Pérot共振器</u>を用いて世界最高感度で の探索を行う。
- 現在、磁石と共振器を組み合わせた実験装置の組み立てを行っている。共振器のセットアップが終了し次第Heを用いた予備実験を開始する。

