

DVD-R/RW ピックアップ開発

Development of the optical pickup for DVD-R/RW drives

高橋 真一，川村 誠

Shinichi Takahashi, Makoto Kawamura

要旨 DVD-R/RW, CD-R/RW 共用記録ピックアップにおいて，光路が持つ収差を最適化し，良好な記録状態を確保する方法として従来行われてきたディスクを使用した光学調整に代わり，対物レンズによるディスク上の光スポットの集光状態を直接観察し，収差最小となるスポットを実現する手法⁽¹⁾を確立したので報告する。

Summary The authors have developed the optical pickup for the third generation DVD-R/RW drives of Pioneer Corporation. The pickup is both for writing and reading of DVD-R/RW and CD-R/RW. We have realized new methods of optical adjustment of the optical path of pickups. The finest optical spot on discs is now available by observing the spot itself instead of the signals of ROM discs

キーワード： DVD-R/RW，R3 ピックアップ，対物レンズ，DVD 光路調整，非点収差調整手法，CD 光路調整

1. まえがき

DVD-R/RW 記録用ドライブはコンピュータ内蔵の記録機器として非常に期待されているほか，ホームユースとしての DVD レコーダー用のドライブエンジンとして重要な位置を占めている。今回当社としての第三世代の DVD-R/RW ドライブを開発するにあたり，目標仕様の一つは，1 つのピックアップ，1 つの対物レンズでの DVD-R/RW，CD-R/RW の共用記録の実現である。さらに，これまでの記録用ピックアップの光路調整は，ディスクの再生信号を観測し，行き光路，帰り光路を交互に調整する方式であり，

(1) 調整手順があいまい，複雑

(2) 「再生信号最良」を目標とするため調整精度，調整誤差許容量の定量化が困難

などの不具合があったため，新たにディスク上の

集光スポットを直接，光学的に観測し，行き光路の最適化を定量的なスポット形状判定により行う方法への変更を最大の開発目標とした。

2. R3(第三世代 DVD-R/RW ドライブ)ピックアップ仕様

以下に今回開発したピックアップ仕様を示す(表 1，図 1)。

DVD 系の光路は，レーザからの射出光(直線偏光)はコリメータ，グレーティング，整形プリズム(整形比 = 2.06)，1/4 板を経て円偏光となった後，ハーフミラーにて CD 光路と合流する。この後，立上げミラーを経て対物レンズによりディスク上に集光される。帰り光路は 1/4 板にて偏光方向が行き光路に対し 90° 回転した直線偏光となり，整形プリズム(偏光プリズム)により，受光素子に

向かう。帰り光路はコリメータレンズ，および焦点検出の目的で非点収差を発生させるためのマルチレンズから構成される。CD系はホログラムレーザを採用し，ピックアップ全体の光路構成を簡略化した。CD系も記録ジッターの良化のためディスク上の集光光は円偏光である。また，レーザ出射光量を一定にするためのフロントモニターダイオードは，温度環境下での性能安定化のため，DVD，CD光路に別個に設けている。

表1 ピックアップ仕様

レーザ 635/650	波長 nm	654
	出力 mW	70
	動作温度 °C	70
レーザ 780	仕様	ホログラムレーザ*
	出力 mW	120
対物レンズ NA		共用/樹脂
	DVD	0.65
	CD	0.5

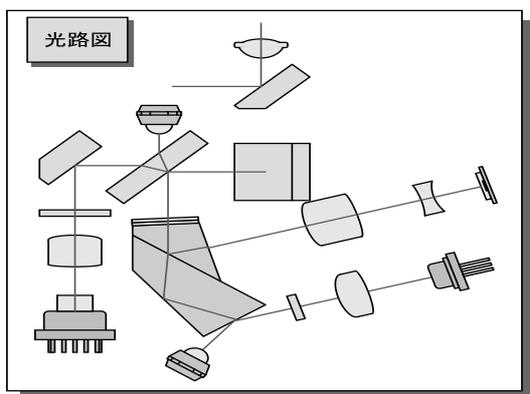


図1 ピックアップ光路図

3. 対物レンズ

対物レンズは2波長，2焦点の樹脂レンズである。温度変化によるレーザ発振波長の変化と，樹脂屈折率およびレンズ形状変化とによる収差変化とが相殺する構成となっており，温度による性能変化は小さく抑えられている。また，像高により，DVDで非点収差の発生が大きく，CDではコマ収差の発生が主となる設計であり，この特性を逆に利用し，前述のように，対物レンズ後の集光スポットを観測し，対物レンズで定義される光軸に対し光源であるレーザの位置調整により，DVD系は主に非点収差，CD系はコマ収差の調整を行う(図2)。

4. DVD 光路調整

4.1 DVD 用対物レンズの収差

3次収差のうち，球面収差は部品(特に対物レンズ)の持つ値でほぼ決まり，ピックアップの組立て，調整などでの補正は不可能である。このため，再生用ピックアップに比べ，対物レンズの球面収差規格は6割程度の範囲で管理している。コマ収差は，ディスクキューを検出するチルトセンサーを，光路とは別に設けており，ディスクそりによる収差も含め，ピックアップとディスクとの相対傾きによる収差が補正できる仕様となっている。対物レンズ後のスポット形状観測において，コマ収差については，収差方向，収差量は「コマの尾」を観測することで定量化が可能である。

4.2 DVD 光路調整アルゴリズム

光路の残存非点収差は，行き光路では記録再生

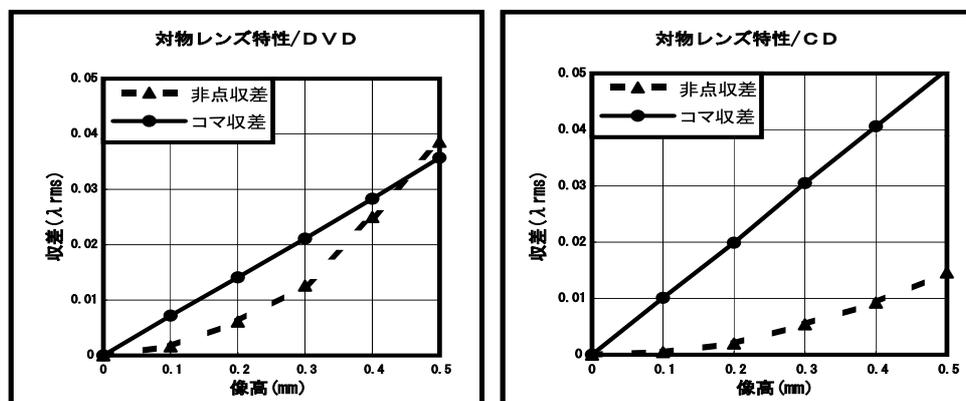


図2 対物レンズの像高特性

性能や、DVD-RでのLPP信号S/N劣化に影響するほか、非点収差方式の焦点検出精度の低下(トラック横切り信号が焦点検出信号に漏れ込む)を引き起こすことが知られている。

非点収差は、レーザ自体が持つほか、コリメータレンズ後の光束の平行度合によって、整形プリズムを経ることで収差が発生する。この場合、光源(レーザ)とコリメータレンズの相対位置(z:光軸方向)の調整では、非点収差は整形プリズムでの整形方向(0°成分)、またはそれと垂直方向(90°成分)については調整可能であるが、±45°成分は調整の手段がない。ところが現実にはLPP信号、またフォーカス信号への悪影響は主にこの±45°成分によるものである。今回開発したピックアップでは、上述の対物レンズの特性を利用し、光源(レーザ)と対物レンズを相対位置調整(XY)することにより、この成分の最適化を行っている。

さて、対物レンズ後のスポット形状観測での収差の定量化に際し、非点収差については収差角度を定義するために観測点の光軸方向の位置(焦点方向)情報が必要となる。観測点は合焦点前後に最低でも3点が必要である。また、収差量を定量化する指標としてはスポット中心強度、スポットサイズ、サイドローブなどが考えられるが、今回は再現性、簡略性を考慮し、真円度と表現するスポットサイズの縦横比を指標として採用している。

対物レンズの像高による非点収差(特に±45°成分)変化は、レンズの軸上残存収差や光路中の他の光学部品による収差の複合であり、かなり複雑な振る舞いとなる。我々は、光源(レーザ)をXY方向に微小に変位させたときの真円度を、焦点位置をずらして多数点測定することで、最初に自分自身の位置を認識した上で、光源の移動量が最小の状態での収差調整目標範囲への追い込みが可能となるアルゴリズムを開発した。

5. 非点収差調整手法

上述の通り、今回のピックアップの光学調整では、対物レンズの像高特性により発生する非点収差を利用している。実際にはレーザ(光源)をXY方

向にずらすことで、対物レンズに対して像高を持たせる。例として、像高を与える方向(Y方向)に対して直交する方向(X方向)に一定量オフセットした状態での像高による非点収差は、(図3)に示すように観測される。

非点収差の定量化指標は上述の通り、真円度と収差角度である。(図4)は、X方向のオフセットがないときで、収差変化グラフ、および収差を真円度として表現する際、収差角度をパラメータにして0/90°方向、±45°方向の変化として表現したグラフである。X方向のオフセットがないため、非点収差は像高を与えた方向(収差方向で0/90°方向)にのみ発生し、±45°成分は変化がない。これに対して、(図5、図6)はX方向に±80μmオフセットした状態でY方向に像高を与えた場合で、(図4)に対しては、±45°成分が変化するほか、Xの符号によってその傾きが逆転していることがわかる。この原理を利用すれば、レーザ(光源)を対物レンズに対して任意の方向に少なくとも2点で収差量(真円度)、とその角度を検出すれば、収差量を目標値(ここでは示さない)に調整するために、現在の光源位置から、どの方向に、どれだけ移動させればよいかを求めることができる。

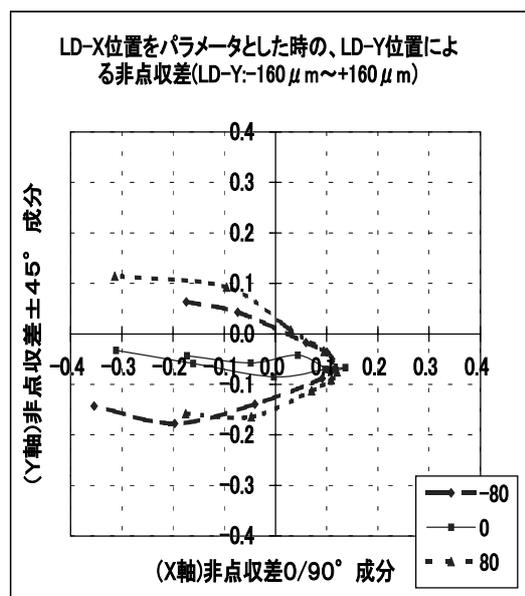


図3 LDのXY位置による対物レンズ非点収差の変化

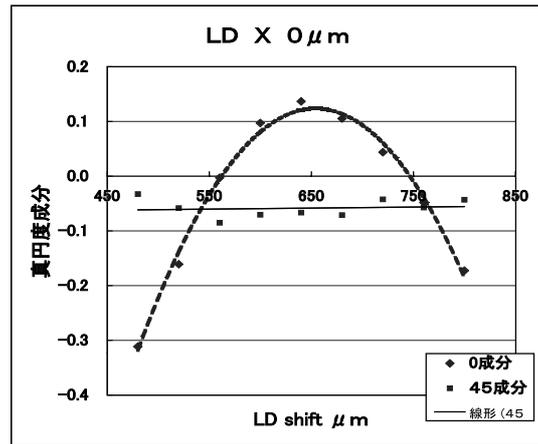
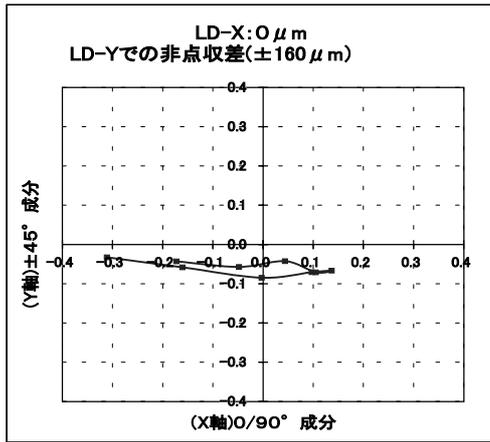


図4 LDのXY位置による対物レンズ非点収差の変化(基準状態)

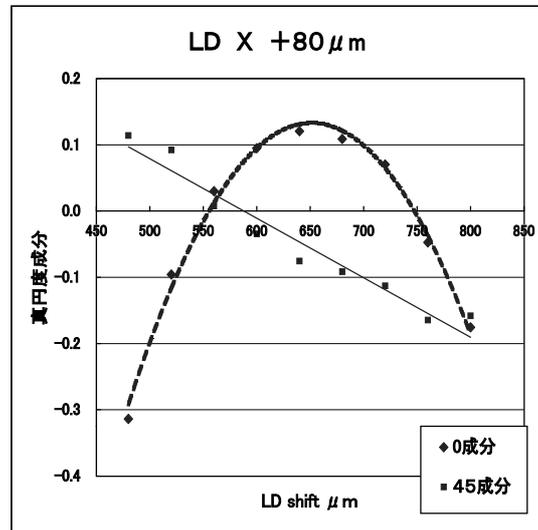
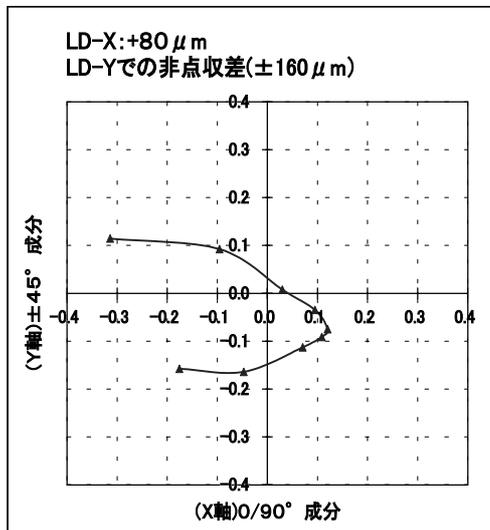


図5 LDXのXY位置による対物レンズ非点収差の変化(X: +80 μm)

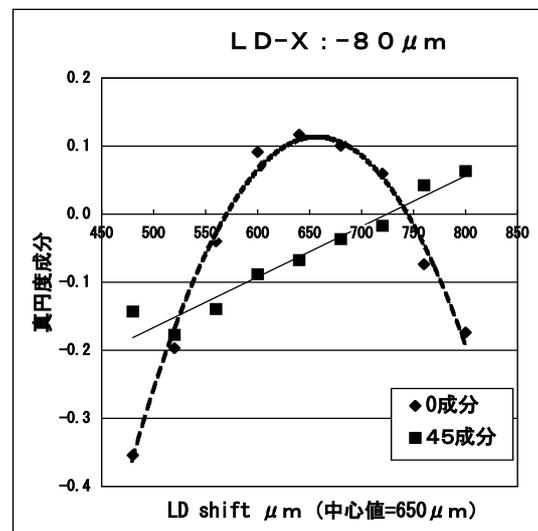
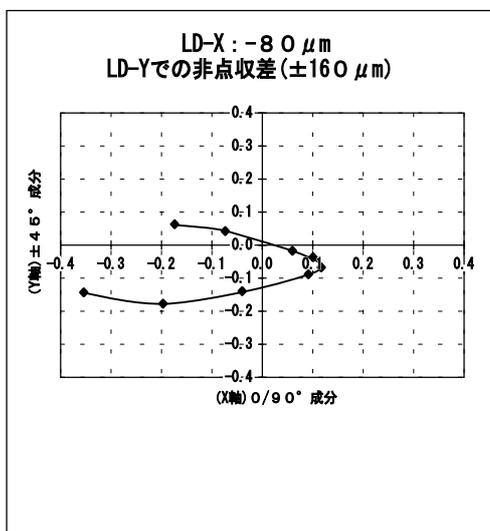


図6 LDのXY位置による対物レンズ非点収差の変化(X: -80 μm)

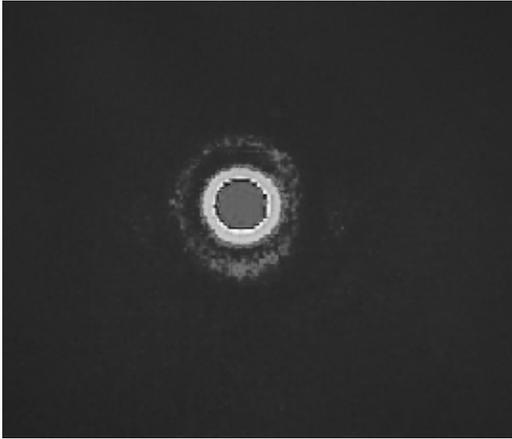


図7 光学調整完了状態の光スポット

6. CD光路調整

CD光路は光源部，受光部一体のホログラムレーザを採用し，ピックアップ光路全体を簡略化した。対物レンズを含むコマ収差の調整は，要求精度のより厳しいDVD光路で収差最小としているため，CD光路では光路系の組み付け誤差，部品自体の収差などにより誤差を生じる。前述の通り対物レンズの特性は，CD系で像高による収差発生はコマ収差が主で，この特性を利用し，DVDでコマ収差が最適化された光路に対して，ホロレーザの位置調整でCD光路のコマ収差を最小としている。

非点収差，球面収差については組立て誤差，部品精度を許容値以下とすることでピックアップ性能を満たしている。

7. 謝辞

本発表内容はコンポーネツ(事)第一技術部，同生産技術部の共同開発の結果に基づいている。同第二技術部にはドライブ側からの評価において全面的に協力頂いた。記して謝意を表する。

参考文献

(1)Y.Tanaka et.al Appl. Opt.31,5305(1992)

高橋 真一(たかはし しんいち)

- a. コンポーネツ事業部第一技術部
- b. 1978年4月
- c. LDプレーヤ，DVDプレーヤ，DVD-Rレコーダ用ピックアップ開発
- d. 専門分野・・・光学設計

川村 誠(かわむら まこと)

- a. コンポーネツ事業部第一技術部
- b. 1993年4月
- c. LDプレーヤ，DVDプレーヤ，DVD-Rレコーダ用ピックアップ開発
- d. 専門分野・・・光学設計