

(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
2016 年 1 月 14 日(14.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/006157 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/005 (2006.01) G11B 20/10 (2006.01)
G11B 7/135 (2012.01) G11B 20/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/002839
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 5 日(05.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-143274 2014 年 7 月 11 日(11.07.2014) JP
特願 2015-025667 2015 年 2 月 12 日(12.02.2015) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西 紀彰(NISHI, Noriaki); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 田代 詩織 (TASHIRO, Shiori); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 伸彦 (ANDO, Nobuhiko); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 天宅 豊(TEN-TAKU, Yutaka); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目

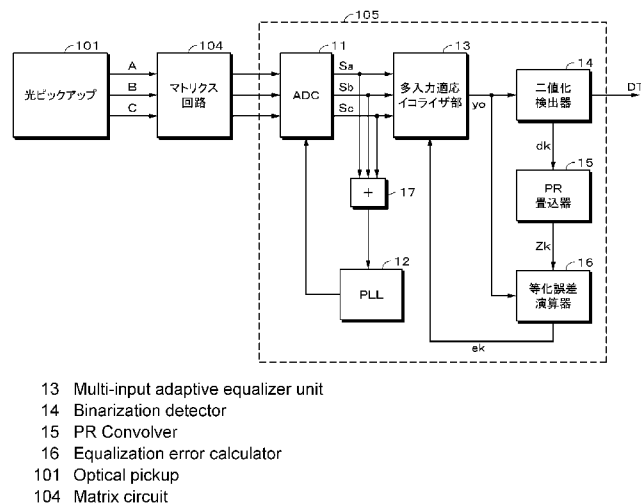
7 番 1 号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 白石 淳也(SHIRAISHI, Junya); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 齊藤 公博(SAITO, Kimihiro); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 杉浦 正知, 外(SUGIURA, Masatomo et al.); 〒1710022 東京都豊島区南池袋 1-1-1 カドラービル 402 Tokyo (JP).
- (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL MEDIUM REPRODUCTION DEVICE AND OPTICAL MEDIUM REPRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 光媒体再生装置および光媒体再生方法



(57) Abstract: An optical medium reproduction device provided with: a detection unit that divides a cross-section of a beam, which returns from an optical medium, into a plurality of regions, wherein the division is into at least one channel corresponding to a region on the outer side in a radial direction, at least one channel corresponding to a region that has a different location in a tangential direction, and one channel corresponding to the other regions, and that forms detection signals for each of the channels, and when forming the channel detection signals does so by a weighted summing of a signal from a predetermined region among the plurality of regions with the detection signal from at least one channel; a multi-input equalizer unit that has a plurality of equalizers, which are each respectively supplied with detection signals from the plurality of channels, and that forms an equalization signal on the basis of the detection signals from the plurality of channels; and a binarization unit that obtains binary data by performing a binarization process on the equalization signal.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/006157 A1



ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー 添付公開書類:
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

光媒体から戻る、ビームの断面を複数の領域に分割し、ラジアル方向の外側の領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、タンジェンシャル方向に位置の異なる領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、それ以外の領域に対応する一つのチャンネルとに分割し、チャンネルのそれぞれの検出信号を形成し、チャンネルの検出信号を形成する場合に、少なくとも一つのチャンネルの検出信号を複数の領域の中の所定の領域の信号を重み付け加算することによって形成する検出部と、複数のチャンネルの検出信号がそれぞれ供給される複数のイコライザユニットを有し、複数のチャンネルの検出信号をもとに、等化信号を形成する多入力イコライザ部と、等化信号について 2 値化処理を行って 2 値データを得る 2 値化部とを備える光媒体再生装置である。

明 細 書

発明の名称： 光媒体再生装置および光媒体再生方法

技術分野

[0001] 本開示は、光ディスク等の光媒体を再生する光媒体再生装置および光媒体再生方法に関する。

背景技術

[0002] 光ディスクの高密度化をはかる方法として、チャンネルビット長、すなわち、マーク長を短くし、線密度方向に高密度化をはかる方法と、もうひとつはトラックピッチを狭くする方法とがある。しかしながら、線密度方向に高密度化をはかると、符号間干渉が増大する問題が発生する。また、トラックピッチを狭くすると、隣接トラックからの情報の漏れ込み（隣接トラッククロストーク）が増大する。隣接トラッククロストーク（以下、単にクロストークと適宜称する）を低減するための方法が提案されている。

[0003] 例えば特許文献1には、再生対象のトラックと、その両側のトラックとのそれぞれの再生信号を適応イコライザユニットに供給し、適応イコライザユニットのタップ係数を制御することによって、クロストークを打ち消すことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-079385号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載のものは、再生対象のトラックと両側のトラックを同時に読み取るために、3個のビームを必要とする。3個のビームにより読み取られる再生信号の位相を合わせることが必要であった。1ビームが3個のトラックを順次再生し、再生信号を同時化することも可能である。同時化するためのメモリが必要となる。したがって、特許文献1に記載のものは、光ピ

ックアップの構成が複雑となったり、位相合わせが複雑となったり、回路規模が大きくなる問題があった。さらに、特許文献1に記載のものは、線密度方向に高密度化をはかることについては、言及されていない。

[0006] したがって、本開示の目的は、一つのトラックの再生信号を使用してクロストークを低減することができると共に、線密度方向に高密度化をはかることができる光媒体再生装置および光媒体再生方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示は、複数トラックが形成される光媒体を光学的に再生する光媒体再生装置であって、

光媒体から戻る、ビームの断面を複数の領域に分割し、ラジアル方向の外側の領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、タンジェンシャル方向に位置の異なる領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、それ以外の領域に対応する一つのチャンネルとに分割し、チャンネルのそれぞれの検出信号を形成し、チャンネルの検出信号を形成する場合に、少なくとも一つのチャンネルの検出信号を複数の領域の中の所定の領域の信号を重み付け加算することによって形成する検出部と、

複数のチャンネルの検出信号がそれぞれ供給される複数のイコライザユニットを有し、複数のチャンネルの検出信号をもとに、等化信号を形成する多入力イコライザ部と、

等化信号について2値化処理を行って2値データを得る2値化部とを備える

光媒体再生装置である。

本開示は、複数トラックが形成される光媒体を光学的に再生する光媒体再生装置であって、

光媒体から戻る、ビームが入射され、空間光学的に線密度方向およびトラック密度方向に帯域の異なる複数の信号を形成する光学フィルタと、

光学フィルタによって形成される複数の信号がそれぞれ供給される複数の電気フィルタとを備え、

複数の電気フィルタの出力を合成して再生信号を得る光媒体再生装置である。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、再生対象のトラックの読み取り出力のみを使用してクロストークを低減することができる。したがって、読み取り用の3個のビームを使用することが不要で、さらに、1ビームで連続的に3本のトラックを再生し、メモリによって同時化することが不要である。したがって、光ピックアップの構成が複雑とならず、位相合わせが不要となり、メモリが増大しない利点がある。これにより、より簡易な構成で光ディスクの高密度化をはかることが可能である。さらに、本開示は、ラジアル方向および線密度方向に高密度化をはかることができる。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であっても良い。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の一実施の形態による光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本開示の一実施の形態における光ピックアップの構成を示す略線図である。

[図3]一実施の形態におけるデータ検出処理部の一例のブロック図である。

[図4]データ検出処理部における多入力適応イコライザの一例のブロック図である。

[図5]多入力適応イコライザの一例のブロック図である。

[図6]等化誤差演算器の一例のブロック図である。

[図7]領域分割のパターンの複数の例を説明するための略線図である。

[図8]パターンR2に関する周波数振幅特性を表すグラフである。

[図9]パターンR2に関するタップ係数および周波數位相特性を表すグラフである。

[図10]パターンR2に関してデフォーカスマージンを説明するためのグラフ

である。

[図11]パターンR 2に関してラジアル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図12]パターンH 3 AおよびH 4 Cに関してデフォーカスマージンを説明するためのグラフである。

[図13]パターンH 3 AおよびH 4 Cに関してディスクのラジアル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図14]パターンH 3 AおよびH 4 Cに関してディスクのタンジェンシャル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図15]パターンH 3 Aに関する周波数振幅特性を表すグラフである。

[図16]パターンH 3 Aに関するタップ係数および周波數位相特性を表すグラフである。

[図17]固定の線密度と指標との関係を示すグラフである。

[図18]デフォーカスマージンの説明に使用するグラフである。

[図19]ラジアル方向のコマ収差マージンの説明に使用するグラフである。

[図20]パターンH T 4 Aに関する周波数振幅特性を表すグラフである。

[図21]パターンH T 4 Aに関するタップ係数および周波數位相特性を表すグラフである。

[図22]領域分割の具体例を示す略線図である。

[図23]分割位置の変更によるラジアルコマ収差のマージンの拡大を示すグラフである。

[図24]レンズシフトによる影響を受けた例を示す略線図である。

[図25]ラジアルコマ収差に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図26]ラジアルコマ収差に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図27]ラジアルコマ収差に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図28]ラジアルコマ収差に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図29]デフォーカス特性に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図30]デフォーカス特性に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図31]デフォーカス特性に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図32]ラジアルコマ収差に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図33]デフォーカス特性に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図34]ラジアルコマ収差に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図35]デフォーカス特性に対するレンズシフトによる影響を示すグラフである。

[図36]領域分割のパターンの具体例を示す略線図である。

[図37]ラジアル方向のコマ収差マージンの説明に使用するグラフである。

[図38]ラジアル方向のコマ収差マージンの説明に使用するグラフである。

[図39]回折光のシフト量の説明に使用する略線図である。

[図40]振幅伝達関数（MTF）の空間周波数特性を示すグラフである。

[図41]回折光のシフトの説明に使用する略線図である。

[図42]回折光のシフトの説明に使用する略線図である。

[図43]光学フィルタの最適化の説明に用いる略線図である。

[図44]領域分割パターン I V T 4 を示す略線図である。

[図45] I V T 4 に関してラジアル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図46] I V T 4 に関してデフォーカスマージンを説明するためのグラフであ

る。

[図47] I V T 4 に関して球面収差マーヅンを説明するためのグラフである。

[図48] I V T 4 に関してタンヅエンシャル方向のコマ収差に対するマーヅンを説明するためのグラフである。

[図49] I V T 4 に関してラヅアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図50] I V T 4 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフである。

[図51] I V T 4 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである。

[図52] I V T 4 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフである。

[図53] I V T 4 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである。

[図54] 領域分割パターン N S T 6 を示す略線図である。

[図55] N S T 6 に関してラヅアル方向のコマ収差に対するマーヅンを説明するためのグラフである。

[図56] N S T 6 に関してデフォーカスマーヅンを説明するためのグラフである。

[図57] N S T 6 に関して球面収差マーヅンを説明するためのグラフである。

[図58] N S T 6 に関してタンヅエンシャル方向のコマ収差に対するマーヅンを説明するためのグラフである。

[図59] N S T 6 に関してラヅアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図60] 領域分割パターン I V N S T 6 を示す略線図である。

[図61] I V N S T 6 に関してラヅアル方向のコマ収差に対するマーヅンを説明するためのグラフである。

[図62] I V N S T 6 に関してデフォーカスマーヅンを説明するためのグラフである。

[図63] I V N S T 6 に関して球面収差マーヅンを説明するためのグラフであ

る。

[図64] I V N S T 6 に関してタンジェンシャル方向のコマ収差に対するマー
ジンを説明するためのグラフである。

[図65] I V N S T 6 に関してラジアル方向にパターンがシフトした場合を説
明するためのグラフである。

[図66] I V N S T 6 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフ
である。

[図67] I V N S T 6 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである
。

[図68] I V N S T 6 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフ
である。

[図69] I V N S T 6 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである
。

[図70] I V N S T 6 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフ
である。

[図71] I V N S T 6 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである
。

[図72] I V N S T 6 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフ
である。

[図73] I V N S T 6 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである
。

[図74] I V N S T 6 に関してタップ数を変えた場合のデフォーカスマージン
を説明するためのグラフである。

[図75] I V N S T 6 に関してタップ数を変えた場合のタップ係数の一例を示
すグラフである。

[図76] I V N S T 6 に関してタップ数を変えた場合の周波数特性を示すグラ
フである。

[図77] 領域分割パターン N S T 6 H を示す略線図である。

[図78] N S T 6 H の説明に用いるグラフである。

[図79] 領域分割パターン I V T S P 5 を示す略線図である。

[図80] I V T S P 5 に関してラジアル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図81] I V T S P 5 に関してデフォーカスマージンを説明するためのグラフである。

[図82] I V T S P 5 に関して球面収差マージンを説明するためのグラフである。

[図83] I V T S P 5 に関してタンジェンシャル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図84] I V T S P 5 に関してラジアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図85] チャンネル数を削減するパターン I V T S M 4 の説明に使用する略線図である。

[図86] I V T S M 4 に関してラジアル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図87] I V T S M 4 に関してデフォーカスマージンを説明するためのグラフである。

[図88] I V T S M 4 に関して球面収差マージンを説明するためのグラフである。

[図89] I V T S M 4 に関してタンジェンシャル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図90] I V T S M 4 に関してラジアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図91] 領域分割パターン I V N S 5 を示す略線図である。

[図92] I V N S 5 に関してラジアル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図93] I V N S 5 に関してデフォーカスマージンを説明するためのグラフで

ある。

[図94] I V N S 5 に関して球面収差マージンを説明するためのグラフである。

[図95] I V N S 5 に関してタンジェンシャル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図96] I V N S 5 に関してラジアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図97] I V N S 5 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフである。

[図98] I V N S 5 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである。

[図99] I V N S 5 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフである。

[図100] I V N S 5 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである。

[図101] I V N S 5 に最適な電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフである。

[図102] I V N S 5 に最適な電気フィルタの周波数特性を示すグラフである。

[図103] チャンネル数を削減するパターン I V S P 4 に関してラジアル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図104] ラジアル方向のコマ収差に対するマージンの係数依存性を示すグラフである。

[図105] I V S P 4 に関してデフォーカスマージンを説明するためのグラフである。

[図106] デフォーカスマージンの係数依存性を示すグラフである。

[図107] I V S P 4 に関して球面収差マージンを説明するためのグラフである。

[図108] 球面収差マージンの係数依存性を示すグラフである。

[図109] I V S P 4 に関してタンジェンシャル方向のコマ収差に対するマージンを説明するためのグラフである。

[図110] I V S P 4 に関してラジアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図111] I V S P 4 に関してラジアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図112]チャンネル数を削減するパターン I V o s 4 の説明に使用する略線図である。

[図113] I V o s 4 に関してラジアル方向のコマ収差に対するマーヅンを説明するためのグラフである。

[図114] I V o s 4 に関してデフォーカスマーヅンを説明するためのグラフである。

[図115] I V o s 4 に関して球面収差マーヅンを説明するためのグラフである。

[図116] I V o s 4 に関してタンジェンシャル方向のコマ収差に対するマーヅンを説明するためのグラフである。

[図117] I V o s 4 に関してラジアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図118] I V o s 4 に関してラジアル方向にパターンがシフトした場合を説明するためのグラフである。

[図119]各デトラック量における K d 対 e - M L S E を説明するためのグラフである。

[図120]デトラック量に対する K d の値の変化の一例を説明するためのグラフである。

[図121]領域分割パターンのさらに他の例を示す略線図である。

[図122]パターン H N S T 6 を示す略線図である。

[図123]パターン H i N S 5 を示す略線図である。

[図124]パターン V T 4 を示す略線図である。

[図125]パターン V H T 4 を示す略線図である。

[図126]パターン V H i 3 を示す略線図である。

[図127]パターンNST6を示す略線図である。

[図128]さらに高密度化した場合のパターンNST6に関する電気フィルタのタップ係数を示すグラフである。

[図129]さらに高密度化した場合のパターンNST6に関する周波数特性を示すグラフである。

[図130]本開示の説明に使用するブロック図である。

[図131]本開示の他の実施の形態の再生光学系の一例を示す略線図である。

[図132]ビームスプリッタの反射特性を示すグラフである。

[図133]ビームスプリッタの透過特性を示すグラフである。

[図134]追加するビームスプリッタを含む光学系を示す略線図である。

[図135]本開示の他の実施の形態における電気フィルタのタップ係数の一例を示すグラフである。

[図136]本開示の他の実施の形態における電気フィルタの周波数特性の一例を示すグラフである。

[図137]本開示の他の実施の形態における電気フィルタのタップ係数の他の例を示すグラフである。

[図138]本開示の他の実施の形態における電気フィルタの周波数特性の他の例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に説明する実施の形態は、本開示の好適な具体例であり、技術的に好ましい種々の限定が付されている。しかしながら、本開示の範囲は、以下の説明において、特に本開示を限定する旨の記載がない限り、これらの実施の形態に限定されないものとする。

なお、本開示の説明は、下記の順序にしたがってなされる。

<1. 一実施の形態>

<2. 他の実施の形態>

<3. 変形例>

[0011] <1. 一実施の形態>

「光ディスク装置」

本開示を適用した光ディスク装置は、図1に示すように、光記録媒体としての光ディスク100に対して情報の記録再生を行う光ピックアップ101と、光ディスク100を回転させるスピンドルモータ102とを備える。光ピックアップ101を光ディスク100の径方向に移動させるために、スレッド（送りモータ）103が設けられている。

[0012] 光ディスク100としては、BD（Blu-ray（登録商標）Disc）等の高密度光ディスクを使用できる。BDは、片面単層で約25Gバイト、片面2層で約50Gバイトの記録容量を有する高密度光ディスクである。BD規格では、ビームスポット径を小とするために、光源波長を405nmとし、対物レンズの開口数NA（Numerical Aperture）を0.85と大きくしている。CD規格では、光源波長：780nm、NA：0.45、スポット径：2.11μmであり、DVD規格では、光源波長：650nm、NA：0.6、スポット径：1.32μmである。BD規格では、スポット径を0.58μmまで絞ることができる。

[0013] さらに、近年、BD（Blu-ray（登録商標）Disc）に対し、チャンネルビット長すなわちマーク長を短くし、線密度方向に高密度化をはかり、3層で100GBおよび4層で128GBの大容量化を実現したBDXL（登録商標）が実用化されている。

[0014] これに加え、さらなる記録容量の増大のためには、グルーブトラックおよびランドトラックの両方にデータを記録する方法（ランド／グルーブ記録方式と適宜称する）を採用する光ディスクが望ましい。なお、溝のことをグルーブと称し、グルーブにより形成されるトラックをグルーブトラックと称する。グルーブは、光ディスクを製造する時に、レーザ光によって照射される部分と定義され、隣接するグルーブ間に挟まれるエリアをランドと称し、ランドにより形成されるトラックをランドトラックと称する。さらに、複数の情報記録層が積層された多層光ディスクであれば、より記録容量を増加できる。

- [0015] このような高密度記録可能な光ディスク100が光ディスク装置に装填されると、記録／再生時においてスピンドルモータ102によって一定線速度（CLV）または一定角速度（CAV）で回転駆動される。ウォブルグループの位相を光ディスク100の半径方向で揃えるためには、CAVまたはゾーンCAVが好ましい。再生時には、光ピックアップ（光学ヘッド）101によって光ディスク100上のトラックに記録されたマーク情報の読出が行われる。光ディスク100に対してのデータ記録時には、光ピックアップ101によって光ディスク100上のトラックに、ユーザーデータがフェイズチェンジマークもしくは色素変化マークとして記録される。
- [0016] 記録可能型ディスクの場合、ウォブリンググループによって形成されるトラック上にはフェイズチェンジマークによるレコーディングマークが記録されるが、フェイズチェンジマークはRL L（1，7）PP変調方式（RL L；Run Length Limited、PP：Parity preserve/Prohibit runlength(repeated minimum transition runlength)）等により、1層あたり23.3GBのBDの場合で線密度 $0.12\mu\text{m/bit}$ 、 $0.08\mu\text{m/channel bit}$ で記録される。同様に、25GB／層のBDの場合、 $0.0745\mu\text{m/channel bit}$ 、32GB／層のBDXL（登録商標）の場合、 $0.05826\mu\text{m/channel bit}$ 、33.4GB／層のBDXL（登録商標）の場合、 $0.05587\mu\text{m/channel bit}$ というように、ディスク種別に応じてチャンネルビット長に対応した密度での記録が行われる。チャンネルクロック周期を「T」とすると、マーク長は2Tから8Tとなる。再生専用ディスクの場合、グループは形成されないが、同様にRL L（1，7）PP変調方式で変調されたデータがエンボスピット列として記録されている。
- [0017] 光ディスク100の内周エリア等には、再生専用の管理情報として例えばディスクの物理情報等がエンボスピットまたはウォブリンググループによって記録される。これらの情報の読出も光ピックアップ101により行われる。さらに、光ピックアップ101によって光ディスク100上のグルーボトラックのウォブリングとして埋め込まれたADIP情報の読み出しもおこなわれる。

[0018] 光ピックアップ101内には、レーザ光源となるレーザダイオード、反射光を検出するためのフォトディテクタ、レーザ光の出力端となる対物レンズ、対物レンズを介してディスク記録面にレーザ光を照射し、またその反射光をフォトディテクタに導く光学系等が構成される。光ピックアップ101内において対物レンズは二軸機構によってトラッキング方向およびフォーカス方向に移動可能に保持されている。光ピックアップ101全体はスレッド機構103によりディスク半径方向に移動可能とされている。光ピックアップ101のレーザダイオードに対して、レーザドライバ113からの駆動電流が供給され、レーザダイオードがレーザを発生する。

[0019] 光ディスク100からの反射光がフォトディテクタによって検出され、受光光量に応じた電気信号とされてマトリクス回路104に供給される。マトリクス回路104には、フォトディテクタとしての複数の受光素子からの出力電流に対応して電流電圧変換回路、マトリクス演算／増幅回路等を備え、マトリクス演算処理により必要な信号を生成する。信号伝送品質を考慮し、電流電圧変換回路をフォトディテクタ素子内に形成するようにしてもよい。例えば再生データに相当する再生情報信号（RF信号）、サーボ制御のためのフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号などを生成する。さらに、グルーブのウォブリングに係る信号、すなわち、ウォブリングを検出する信号としてプッシュプル信号を生成する。

[0020] マトリクス回路104から出力される再生情報信号はデータ検出処理部105へ供給され、フォーカスエラー信号およびトラッキングエラー信号は光学ブロックサーボ回路111へ供給され、プッシュプル信号はウォブル信号処理回路106へ供給される。

[0021] データ検出処理部105は、再生情報信号の2値化処理を行う。例えばデータ検出処理部105では、RF信号のA/D変換処理、PLLによる再生クロック生成処理、PR（Partial Response）等化処理、ビタビ復号（最尤復号）等を行い、パーシャルレスポンス最尤復号処理（PRML検出方式：Partial Response Maximum Likelihood検出方式）により、2値データ列を得

るようになされる。データ検出処理部105は、光ディスク100から読み出した情報としての2値データ列を、後段のエンコード／デコード部107に対して供給する。

[0022] エンコード／デコード部107は、再生時における再生データの復調と、記録時における記録データの変調処理を行う。すなわち、再生時にはデータ復調、デインターリーブ、ECCデコード、アドレスデコード等を行い、記録時には、ECCエンコード、インターリーブ、データ変調等を行う。

[0023] 再生時においては、データ検出処理部105で復号された2値データ列がエンコード／デコード部107に供給される。エンコード／デコード部107では、2値データ列に対する復調処理を行い、光ディスク100からの再生データを得る。すなわち、例えばRL(1,7)PP変調等のランレングスリミテッドコード変調が施されて光ディスク100に記録されたデータに対しての復調処理と、エラー訂正を行うECCデコード処理を行って、光ディスク100からの再生データを得る。

[0024] エンコード／デコード部107で再生データにまでデコードされたデータは、ホストインターフェース108に転送され、システムコントローラ110の指示に基づいてホスト機器200に転送される。ホスト機器200とは、例えばコンピュータ装置やAV(Audio-Visual)システム機器などである。

[0025] 光ディスク100に対する記録／再生時には、ADIP情報の処理が行われる。すなわち、グループのウォブリングに係る信号としてマトリクス回路104から出力されるプッシュプル信号は、ウォブル信号処理回路106においてデジタル化されたウォブルデータとされる。PLL処理によりプッシュプル信号に同期したクロックが生成される。ウォブルデータは、ADIP復調処理部116で、ADIPアドレスを構成するデータストリームに復調されてアドレスデコーダ109に供給される。アドレスデコーダ109は、供給されるデータについてのデコードを行い、アドレス値を得て、システムコントローラ110に供給する。

- [0026] 記録時には、ホスト機器200から記録データが転送されてくるが、その記録データはホストインターフェース108を介してエンコード／デコード部107に供給される。エンコード／デコード部107は、記録データのエンコード処理として、エラー訂正コード付加（ECCエンコード）やインターリーブ、サブコードの付加等を行う。これらの処理を施したデータに対して、RL（1-7）PP方式等のランレングスリミテッドコード変調を施す。
- [0027] エンコード／デコード部107で処理された記録データは、ライトストラテジ部114に供給される。ライトストラテジ部114では、記録補償処理として、記録層の特性、レーザ光のスポット形状、記録線速度等に対するレーザ駆動パルス波形調整を行う。そして、レーザ駆動パルスをレーザドライバ113に出力する。
- [0028] レーザドライバ113は、記録補償処理したレーザ駆動パルスに基づいて、光ピックアップ101内のレーザダイオードに電流を流し、レーザ発光を行う。これにより光ディスク100に、記録データに応じたマークが形成されることになる。
- [0029] 光学ブロックサーボ回路111は、マトリクス回路104からのフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号から、フォーカス、トラッキング、スレッドの各種サーボドライブ信号を生成しサーボ動作を実行させる。すなわち、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号に応じてフォーカスドライブ信号、トラッキングドライブ信号を生成し、ドライバ118により光ピックアップ101内の二軸機構のフォーカスコイル、トラッキングコイルを駆動することになる。これによって、光ピックアップ101、マトリクス回路104、光学ブロックサーボ回路111、ドライバ118、二軸機構によるトラッキングサーボループおよびフォーカスサーボループが形成される。
- [0030] さらに、光学ブロックサーボ回路111は、システムコントローラ110からのトラックジャンプ指令に応じて、トラッキングサーボループをオフと

し、ジャンプドライブ信号を出力することで、トラックジャンプ動作を実行させる。さらに、光学ブロックサーボ回路 111 は、トラッキングエラー信号の低域成分として得られるスレッドエラー信号や、システムコントローラ 110 からのアクセス実行制御などに基づいてスレッドドライブ信号を生成し、スレッドドライバ 115 によりスレッド機構 103 を駆動する。

[0031] スピンドルサーボ回路 112 はスピンドルモータ 102 を C L V 回転または C A V 回転させる制御を行う。スピンドルサーボ回路 112 は、ウォブル信号に対する P L L で生成されるクロックを、現在のスピンドルモータ 102 の回転速度情報として得、これを所定の基準速度情報と比較することで、スピンドルエラー信号を生成する。さらに、データ再生時には、データ検出処理部 105 内の P L L によって生成される再生クロックが、現在のスピンドルモータ 102 の回転速度情報となるため、これを所定の基準速度情報と比較することでスピンドルエラー信号が生成される。そして、スピンドルサーボ回路 112 は、スピンドルエラー信号に応じて生成したスピンドルドライブ信号を出力し、スピンドルドライバ 117 によりスピンドルモータ 102 の C L V 回転または C A V 回転を実行させる。

[0032] スピンドルサーボ回路 112 は、システムコントローラ 110 からのスピンドルキック／ブレーキ制御信号に応じてスピンドルドライブ信号を発生させ、スピンドルモータ 102 の起動、停止、加速、減速などの動作も実行させる。

[0033] 以上のようなサーボ系および記録再生系の各種動作はマイクロコンピュータによって形成されたシステムコントローラ 110 により制御される。システムコントローラ 110 は、ホストインターフェース 108 を介して与えられるホスト機器 200 からのコマンドに応じて各種処理を実行する。例えばホスト機器 200 から書込命令（ライトコマンド）が出されると、システムコントローラ 110 は、まず書き込むべきアドレスに光ピックアップ 101 を移動させる。そしてエンコード／デコード部 107 により、ホスト機器 200 から転送されてきたデータ（例えばビデオデータやオーディオデータ等

）について上述したようにエンコード処理を実行させる。そして、エンコードされたデータに応じてレーザドライバ１１３がレーザ発光を駆動することで記録が実行される。

[0034] さらに、例えばホスト機器２００から、光ディスク１００に記録されている或るデータの転送を求めるリードコマンドが供給された場合は、システムコントローラ１１０はまず指示されたアドレスを目的としてシーク動作制御を行う。すなわち、光学ブロックサーボ回路１１１に指令を出し、シークコマンドにより指定されたアドレスをターゲットとする光ピックアップ１０１のアクセス動作を実行させる。その後、その指示されたデータ区間のデータをホスト機器２００に転送するために必要な動作制御を行う。すなわち、光ディスク１００からのデータ読出を行い、データ検出処理部１０５、エンコード／デコード部１０７における再生処理を実行させ、要求されたデータを転送する。

[0035] なお、図１の例は、ホスト機器２００に接続される光ディスク装置として説明したが、光ディスク装置としては他の機器に接続されない形態もあり得る。その場合は、操作部や表示部が設けられたり、データ入出力のインターフェース部位の構成が、図１とは異なるものとなる。つまり、ユーザーの操作に応じて記録や再生が行われると共に、各種データの入出力のための端子部が形成されればよい。もちろん光ディスク装置の構成例としては他にも多様に考えられる。

[0036] 「光ピックアップ」

次に、上述した光ディスク装置に用いられる光ピックアップ１０１について、図２を用いて説明する。光ピックアップ１０１は、例えば波長 λ が４０５ nmのレーザ光（ビーム）を用いて、光ディスク１００に情報を記録し、光ディスク１００から情報を再生する。レーザ光は、半導体レーザ（LD : Laser Diode）１から出射される。

[0037] レーザ光がコリメータレンズ２と、偏光ビームスプリッタ（PBS : Polarizing BeamSplitter）３と、対物レンズ４とを通過して光ディスク１００上

に照射される。偏光ビームスプリッタ 3 は、例えば P 偏光を略々 100% 透過させ、S 偏光を略々 100% 反射する分離面を有する。光ディスク 100 の記録層からの反射光は同じ光路を戻り、偏光ビームスプリッタ 3 へと入射する。図示しない $\lambda/4$ 素子を介在させることによって、入射したレーザ光は偏光ビームスプリッタ 3 で略 100% 反射される。

[0038] 偏光ビームスプリッタ 3 で反射されたレーザ光は、レンズ 5 を介してフォトディテクタ 6 の受光面に集光される。フォトディテクタ 6 は、受光面上に、入射した光を光電変換する受光セルを有する。受光セルは、光ディスク 100 のラジアル方向（ディスク径方向）および／またはタンジェンシャル方向（トラック方向）に延びる分割線によって複数の領域に分割されている。フォトディテクタ 6 は、受光セルの各領域の受光量に応じて複数チャンネルの電気信号を出力する。なお、領域の分割方法については後述する。

[0039] なお、図 2 の光ピックアップ 101 の構成は、本開示を説明するための最小限の構成要素を示しており、マトリクス回路 104 を介して光学ブロックサーボ回路 111 に出力されるフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号や、マトリクス回路 104 を介してウォブル信号処理回路 106 に出力されるプッシュプル信号を生成するための信号等は省略されている。その他、図 2 に示す構成以外の種々の構成が可能である。

[0040] 本開示では、光ディスク 100 からの戻りビームの光束の断面を複数の領域に分割して、各領域に対応する複数チャンネルの再生情報信号を得る。領域毎の再生情報信号を得る方法としては、フォトディテクタ 6 を分割する方法以外の方法を使用できる。例えば、対物レンズ 4 を通過し、フォトディテクタ 6 に至る光路中に、複数の領域を分離するための光路変換素子を配置し、光路変換素子によって分離された複数のビームを異なるフォトディテクタに供給する方法を使用しても良い。光路変換素子としては、ホログラフィック光学素子等の回折素子や、マイクロレンズアレイ、マイクロプリズム等の屈折素子等を使用することができる。

[0041] 「データ検出処理部」

上述したように、光ピックアップ101により光ディスク100から再生され、各領域に対応する検出信号がマトリクス回路104に供給され、各領域に対応する複数チャンネルの再生情報信号とされる。データ検出処理部105は、図3に示すように、マトリクス回路104から供給される再生情報信号が供給されるA/Dコンバータ11を有する。なお、図3および図4は、例えば光ディスク100からの戻りビームの光束の断面を3つの領域に分割し、マトリクス回路104からは、3チャンネルの再生情報信号が得られる例である。

[0042] A/Dコンバータ11に対するクロックがPLL12によって形成される。マトリクス回路104から供給される再生情報信号は、A/Dコンバータ11でデジタルデータに変換される。領域A～Cのデジタル化された3チャンネルの再生情報信号をS_a～S_cと表記する。PLL12には、再生情報信号S_a～S_cを加算回路17によって加算した信号が供給される。

[0043] さらに、データ検出処理部105は、多入力適応イコライザ部13、2値化検出器14、PR畳込器15、等化誤差演算器16を有する。多入力適応イコライザ部13は、再生情報信号S_a～S_cをもとにPR適応等化処理を行う。すなわち、再生情報信号S_a～S_cが適応イコライザユニットを介して出力され、加算された等化信号y₀を目標とするPR波形に近似するように等化される。

なお、PLL12へ入力する信号として、多入力適応イコライザ部の出力を用いても良い。この場合には、多入力適応イコライザの初期係数をあらかじめ定められた値に設定しておく。

[0044] 2値化検出器14は例えばビタビデコーダとされ、PR等化された等化信号y₀に対して最尤復号処理を行って2値化データDTを得る。この2値化データDTは、図1に示したエンコード/デコード部107に供給されて再生データ復調処理が行われることになる。ビタビ復号は、所定の長さの連続ビットを単位として構成される複数のステートと、それらの間の遷移によって表されるブランチで構成されるビタビ検出器が用いられ、全ての可能なビ

ット系列の中から、効率よく所望のビット系列を検出するように構成されている。

[0045] 実際の回路では、各ステートに対してパスメトリックレジスタとよばれるそのステートに至るまでのパーシャルレスポンス系列と信号のパスメトリックを記憶するレジスタ、パスメモリレジスタと呼ばれるそのステートにいたるまでのビット系列の流れを記憶するレジスタの2つのレジスタが用意される。さらに、各ブランチに対してはブランチメトリックユニットとよばれるそのビットにおけるパーシャルレスポンス系列と信号のパスメトリックを計算する演算ユニットが用意されている。

[0046] このビタビ復号器では、さまざまなビット系列を、ステートを通過するパスのひとつによって一対一の関係で対応付けることができる。また、これらのパスを通過するようなパーシャルレスポンス系列と、実際の信号（再生信号）との間のパスメトリックは、上記のパスを構成するステート間遷移、すなわち、ブランチにおける前述のブランチメトリックを順次加算していくことで得られる。

[0047] さらに、パスメトリックを最小にするようなパスを選択するには、この各ステートにおいて到達する2つ以下のブランチが有するパスメトリックの大きさを比較しながら、パスメトリックの小さいパスを順次選択することで実現できる。この選択情報をパスメモリレジスタに転送することで、各ステートに到達するパスをビット系列で表現する情報が記憶される。パスメモリレジスタの値は、順次更新されながら最終的にパスメトリックを最小にするようなビット系列に収束していくので、その結果を出力する。

[0048] PR畳込器15では、下記の式に示すように、2値化結果の畳み込み処理を行って目標信号 Z_k を生成する。この目標信号 Z_k は、2値検出結果を畳み込んだものであるためノイズのない理想信号である。例えばPR(1, 2, 2, 2, 1)の場合、チャンネルクロック毎の値Pが(1, 2, 2, 2, 1)となる。拘束長が5である。さらに、PR(1, 2, 3, 3, 3, 2, 1)の場合、チャンネルクロック毎の値Pが(1, 2, 3, 3, 3, 2, 1

）となる。拘束長が7である。レーザ光の波長 $\lambda = 405 \text{ nm}$ で、対物レンズの $\text{NA} = 0.85$ にて、トラックピッチを $0.32 \mu\text{m}$ 一定として、容量が35GBを超える程度に記録密度を高くした場合、パーシャルレスポンスの拘束長5から7に長くして検出能力を高くしないと、検出が難しくなる。なお、下記の式において、 d は、2値化データを表す。

[0049] [数1]

$$Z_n = \sum_m P_m d_{n-m} \quad (1)$$

$$P = (1, 2, 3, 3, 3, 2, 1)$$

$$P = (1, 2, 2, 2, 1)$$

[0050] 等化誤差演算器16は、多入力適応イコライザ部13からの等化信号 y_0 と、目標信号 Z_k から、等化誤差 e_k を求め、この等化誤差 e_k を多入力適応イコライザ部13にタップ係数制御のために供給する。図6に示すように、等化誤差演算器16は、減算器25と係数乗算器26とを備える。減算器25は、等化信号 y_0 から目標信号 Z_k を減算する。この減算結果に対して、係数乗算器26によって所定の係数 a を乗算することで等化誤差 e_k が生成される。

[0051] 多入力適応イコライザ部13は、図4に示すように、適応イコライザユニット21、22、23および加算器24を有する。上述した再生情報信号 S_a が適応イコライザユニット22に入力され、再生情報信号 S_a が適応イコライザユニット21に入力され、再生情報信号 S_c は適応イコライザユニット23に入力される。領域分割数が3の場合の多入力適応イコライザ部13の構成が示されている。領域分割数に対応して適応イコライザユニットが備えられている。

[0052] 適応イコライザユニット21、22、23の各々は、FIR(Finite Impulse Response)フィルタタップ数、その演算精度(ビット分解能)、適応演算の更新ゲインのパラメータを持ち、各々に最適な値が設定されている。適応イコライザユニット21、22、23の各々には、適応制御のための係数制御値として等化誤差 e_k が供給される。

- [0053] 適応イコライザユニット21, 22, 23の出力 y_1 , y_2 , y_3 は、加算器24で加算されて多入力適応イコライザ部13の等化信号 y_0 として出力される。この多入力適応イコライザ部13の出力目標は、2値検出結果をPR（パーシャルレスポンス）に畳みこんだ理想PR波形となっている。
- [0054] 適応イコライザユニット21は、例えば図5に示すようなFIRフィルタで構成される。適応イコライザユニット21は、遅延素子 $30-1 \sim 30-n$ 、係数乗算器 $31-0 \sim 31-n$ 、加算器34を有する $n+1$ 段のタップを有するフィルタとされる。係数乗算器 $31-0 \sim 31-n$ は、それぞれ各時点の入力 x に対してタップ係数 $C_0 \sim C_n$ の乗算を行う。係数乗算器 $31-0 \sim 31-n$ の出力が加算器34で加算されて出力 y として取り出される。
- [0055] 適応型の等化処理を行うため、タップ係数 $C_0 \sim C_n$ の制御が行われる。このために、等化誤差 e_k と、各タップ入力が入力されて演算を行う演算器 $32-0 \sim 32-n$ が設けられる。また各演算器 $32-0 \sim 32-n$ の出力を積分する積分器 $33-0 \sim 33-n$ が設けられる。演算器 $32-0 \sim 32-n$ のそれぞれでは、例えば $-1 \times e_k \times x$ の演算が行われる。この演算器 $32-0 \sim 32-n$ の出力は積分器 $33-0 \sim 33-n$ で積分され、その積分結果により係数乗算器 $31-0 \sim 31-n$ のタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が変更制御される。なお、積分器 $33-0 \sim 33-n$ の積分を行うのは、適応係数制御の応答性を調整するためである。
- [0056] 以上の構成のデータ検出処理部105では、クロストーク等の不要な信号の低減が行われたうえで2値化データの復号が行われることになる。
- [0057] 適応イコライザユニット22および23も、適応イコライザユニット21と同様の構成を有する。適応イコライザユニット21, 22, 23に対して共通の等化誤差 e_k が供給されて適応等化が行われる。すなわち、適応イコライザユニット21, 22, 23では、再生情報信号 S_a , S_b , S_c の入力信号周波数成分の誤差、位相歪みを最適化、すなわち適応PR等化をおこなう。すなわち、演算器 $32-0 \sim 32-n$ での $-1 \times e_k \times x$ の演算結果

に応じてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が調整される。このことは、等化誤差を解消していく方向にタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が調整されることである。

[0058] このように、適応イコライザユニット21, 22, 23では、等化誤差 e_k を用いてタップ係数 $C_0 \sim C_n$ が、目標の周波数特性となる方向に適応制御される。適応イコライザユニット21, 22, 23の出力 y_1, y_2, y_3 が加算器24で加算されて得られる多入力適応イコライザ部13の等化信号 y_0 は、クロストーク等が低減された信号となる。

[0059] 「領域分割のパターン」

最初に本明細書における領域分割のパターンの例について説明する。図7に示すように、光ディスク100から戻るビームの光束の断面の領域を分割するパターンとしては、複数のものがある。各パターンについて説明する。なお、図中の円がビーム光束の断面の外周を示している。正方形は、例えば検出用のフォトディテクタの受光セルのエリアを表している。なお、領域分割図の上下方向が戻り光束のタンジェンシャル方向、左右方向がラジアル方向にそれぞれ対応している。さらに、図7に示す領域分割パターンは、一例であって、図7に示す以外のパターンも可能である。例えば分割線は、直線に限らず、円弧のような曲線であっても良い。

[0060] ・パターンR2

パターンR2は、ビームをタンジェンシャル方向に延長する2本の分割線によって、領域Aと領域B(=B1+B2)とラジアル方向に二つに分割する例である。領域B1およびB2の受光信号に応じた電気信号は、加算されて1チャンネルの信号とされる。すなわち、図3の例は、内側チャンネル(領域A)と外側チャンネル(領域B1+B2)の2チャンネルの例である。このような領域分割をパターンR2と称する。

・パターンR3

パターンR2において、外側の二つの領域をBとCと別のチャンネルの領域として扱う。このような領域分割のパターンをR3と称する。3個の領域に対応する3チャンネルの信号が得られる。

[0061] ・パターンH3A

パターンH3Aは、パターンR2に対して、ラジアル方向に延びる分割線によって、領域Aの上下を区切り、タンジェンシャル方向の上下に領域C1およびC2を形成し、残りの中央の領域をAとするものである。すなわち、領域A、領域(B1+B2)、領域C(=C1+C2)の3個に分割するパターンである。3個の領域に対応する3チャンネルの信号が得られる。

・パターンH4C

パターンH4Cは、パターンH3Aの上下の領域C1およびC2をさらに、タンジェンシャル方向に2分割して領域D1およびD2を形成するものである。すなわち、領域A、領域(B1+B2)、領域C(=C1+C2)、領域D(=D1+D2)の4個に分割するパターンである。4個の領域に対応する4チャンネルの信号が得られる。

・パターンT3A

パターンT3Aは、パターンH3Aの上下の領域C1およびC2を領域B1およびB2をそれぞれ覆うように延長したパターンである。領域A、領域(B1+B2)、領域C(=C1+C2)の3個に分割するパターンである。3個の領域に対応する3チャンネルの信号が得られる。

・パターンX4A

パターンX4Aは、パターンH3Aにおいて、領域Aをタンジェンシャル方向に分割する分割線を延長して4隅の領域B2、B3、C2、C3を形成するものである。領域A、領域(B1+B2+B3)、領域C(=C1+C2+C3)、領域D(D1+D2)の4個にビーム断面を分割するパターンである。4個の領域に対応する4チャンネルの信号が得られる。

[0062] ・パターンHi3A

パターンH3Aにおいて、上下の領域C1およびC2の中で、タンジェンシャル方向の分割線を1本とし、領域C2を設けないパターンである。その結果、中央の領域Aの中心位置がビーム断面の中心位置に対してタンジェンシャル方向で下方にずれ、タンジェンシャル方向の中心位置の異なる2チャ

ンネルを含む、3チャンネルの信号が得られる。

・パターンH i 3 B

パターンH i 3 Aと同様の領域分割を行うものである。但し、上側の領域C 1の幅がパターンH i 3 Aに比して広いものとされている。

[0063] ・パターンHT 4 A

パターンH 3 Aの領域C 2を第4のチャンネルの領域Dとするものである。領域A、領域(B 1 + B 2)、領域C、領域Dの4個にビーム断面を分割するパターンである。4個の領域に対応し、タンジエンシャル方向の中心位置の異なる3チャンネルを含む、4チャンネルの信号が得られる。

・HT R 5 A

パターンHT 4 Aにおけるラジアル方向外側の二つの領域B 1およびB 2を別のチャンネルの領域として5チャンネルの信号を得るものである。

・パターンT 4 A

パターンHT 4 Aの上下の領域CおよびDを領域B 1およびB 2をそれぞれ覆うように延長したパターンである。領域A、領域(B 1 + B 2)、領域C、領域Dの4個に分割するパターンである。4個の領域に対応し、タンジエンシャル方向の中心位置の異なる3チャンネルを含む、4チャンネルの信号が得られる。

・パターンH i 4 A

パターンHT 4 Aにおいて、領域Cの下側に隣接して領域Dを設けるパターンである。その結果、中央の領域Aの中心位置がビーム断面の中心位置に対してタンジエンシャル方向で下方にずれている。タンジエンシャル方向の中心位置の異なる3チャンネルを含む、4チャンネルの信号が得られる。

[0064] ・パターンL 6 A

パターンHT 4 Aの上下の領域CおよびDのそれぞれの下側に隣接する領域EおよびFを設ける。領域A～Fのそれぞれからタンジエンシャル方向の中心位置の異なる5チャンネルを含む、6チャンネルの信号が得られる。

・パターンL R 7 A

パターンL 6 Aにおいて、領域B 1を領域Bとし、領域B 2を領域Gとする。領域A～Gのそれぞれから7チャンネルの信号が得られる。

[0065] 以下、それぞれのパターンに対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は以下の通りである。

・ $T_p=0.225\mu\text{m}$ (ランド、グルーブのそれぞれが) ・ $NA=0.85$ ・ PR
(123321) ・ 評価指標：e-MLSE (後述する)

・ マーク幅= $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noiseあり

また、線密度は直径が120mmディスクでトラックピッチ $T_p=0.32\mu\text{m}$ のときの面容量を用いて表すこととする。

特に、「低線密度」としている場合、

・ LD35.18(GB)・・・ $0.053\mu\text{m}/\text{channel bit}$ 、 $T_p=0.32\mu\text{m}$ のとき面容量35.18GBとなる。

・ $T_p=0.225\mu\text{m}$ (ランド、グルーブのそれぞれが)の場合、LD35.18GBとあわせ、面容量50.0GBとなる。

また、「高線密度」としている場合、

・ LD41(GB)・・・ $0.04547\mu\text{m}/\text{channel bit}$ 、 $T_p=0.32\mu\text{m}$ のとき面容量41GBとなる。

・ $T_p=0.225\mu\text{m}$ (ランド、グルーブのそれぞれが)の場合、LD41GBとあわせ、面容量58.3GBとなる。

[0066] 「パターンR 2における適応型フィルタ特性」

本開示に対する比較例として、パターンR 2の低線密度の場合の適応型フィルタ特性について説明する。ここで、ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、 ± 0.55 となる位置とした。上述したように、複数のチャンネルの再生情報信号が多入力適応イコライザ部13において処理される。多入力適応イコライザ部13は、チャンネル数に等しい適応イコライザユニットを有している。適応イコライザユニットは、FIRフィルタの構成とされており、それぞれのタップ係数が適応的に制御される。

[0067] パターンR 2に関してシミュレーションの結果の周波数振幅特性を図8に

示す。特性L 1は、外側の領域Bに対応するチャンネルの周波数振幅特性であり、特性L 2は、内側の領域Aに対応するチャンネルの周波数振幅特性である。なお、特性は、摂動原点での特性例である。ここでいう摂動原点とは、デフォーカスやディスクスキュー等が全て原点にあり、適応制御を行った場合に基本的にはおおむね最も良好な結果が得られる状態を意味している。

[0068] 周波数振幅特性において、横軸は、 $n / (256T)$ (n :横軸の値)である。例えば($n = 64$)の場合には、 $(64 / 256T) = (1 / 4T)$ となる。例えばRL L (1, 7) PP変調方式を使用した場合、チャンネルクロック周期を「 T 」とすると、マーク長は $2T$ から $8T$ となる。 $(1 / 4T)$ は、 $2T$ のマークが繰り返す場合の周波数である。図8の特性では、 $2T$ のマークは、再生できない周波数領域となっており、 $3T$ のマークが再生できる特性となっている。

[0069] 図9Aは、パターンR 2の各チャンネルのタップ係数を示す。例えばFIRフィルタのタップ数が31タップとされている。図9Bは、各チャンネルの周波數位相特性を示す。周波數位相特性は、2チャンネル間の位相差を表している。図9Bに示すように、2チャンネル間で位相差は小さいものとなる。

[0070] 「再生性能」

パターンR 2に関する再生性能のシミュレーション結果を図10および図11に示す。これらの図は、低線密度の場合でパターンR 2の領域分割の効果を示す。

線密度は直径が120mmディスクでトラックピッチ $T_p = 0.32 \mu m$ のときの面容量を用いて表すこととする。

・ LD35.18(GB)・・・ $0.053 \mu m / \text{channel bit}$ 、 $T_p = 0.32 \mu m$ のとき面容量35.18GBとなる。

・ $T_p = 0.225 \mu m$ (ランド、グループのそれぞれが)の場合、LD35.18GBとあわせ、面容量50.0GBとなる。

・ NA=0.85

・ PR(1233321)

・ 評価指標：e-MLSE

・ マーク幅= $Tp \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noiseあり

・ ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、 ± 0.55 となる位置とした。

[0071] このような条件では、e-MLSEが改善する。

e-MLSE $\leq 15\%$ となるマージン幅は、分割なし（e-MLSEと表すグラフ）では皆無なのに対して、図10に示すように、デフォーカスマージン W20全幅 0.21（ $\pm 0.18 \mu\text{m}$ 相当）となる。図11に示すように、ラジアルコマ収差マージン W31全幅 0.25（ $\pm 0.44 \text{deg}$ 相当）となる。

[0072] 図10のグラフの横軸は、波長によって正規化されたデフォーカス量である。0の値がデフォーカス量が0を意味している。実際の再生時には、デフォーカスが発生するので、デフォーカスに対してのマージンを持つことが必要とされる。

[0073] （正規化されたデフォーカス量対指標）のグラフにおいて、e-MLSEの値が小さいほど再生性能が高いことを意味する。一例として、e-MLSEの値がほぼ0.15以下であることが好ましい。したがって、デフォーカスマージンは、e-MLSEの値がほぼ0.15以下となる範囲の幅と対応している。この幅が大きいほど、デフォーカスマージンが大である。

[0074] マージンとして、デフォーカスマージンの他にも、ディスクのスキューに対するマージンも重要である。図11は、ディスクのラジアル方向のスキューに対応した3次コマ収差W31（波長で正規化された収差係数）に対するマージンを示す。一例として、e-MLSEの値がほぼ0.15以下であることが好ましい。したがって、コマ収差マージンは、e-MLSEの値がほぼ0.15以下となる範囲の幅と対応している。この幅が大きいほど、ラジアルディスクスキューマージンが大である。

[0075] 図10および図11のグラフの縦軸は、再生性能を表すための指標である。例えば指標として、i-MLSEの値が知られている。MLSE (Maximum Likelihood Sequence Error)は、ピタビ検出されたデータを用いて設定されるターゲットレベルに対して実際の信号のレベルの差を用いて、エラー確率

に対応した指標を計算したものである。BDXL（登録商標）の場合では、 i -MLSEという方法を用いて、いくつかのエラーを引き起こしやすいデータパターンに重みを付けして計算が行われる。

[0076] なお、BDXL（登録商標）に比してより記録密度を高くした場合には、エラーを引き起こしやすいデータパターンが異なってくる。その結果、従来の信号指標値である i -MLSEの誤差が問題となってくる。そこで、本開示においては、より高い線密度での信号指標値の精度改善のために必要となる、新たなデータパターンを追加した、 i -MLSEとは別の信号評価値を効果の説明のために用いている。以下、精度が改善された新たな指標値を e -MLSEと呼ぶ。

[0077] e -MLSEにおいて追加されたデータパターンは以下の3種となる。

パターン列の1が記されているビットが、検出パターンに対し、誤りパターンでビット反転が起こる箇所を示している。

[0078] 追加パターン（1）：1 0 1 1 1 1 0 1

追加パターン（2）：1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1

追加パターン（3）：1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1

[0079] ちなみに、 i -MLSEの精度が十分な従来のBDXL（登録商標）と同等の線密度では e -MLSEと i -MLSEは、ほぼ一致し、より高い線密度において誤差改善の分の差分が現れる。実用で重要となるエラーレートに対する指標値の理論上の相関関係は両者で同一となっている。したがって、演算上の違い、適用線密度の範囲の違いはあるものの、両者の示す信号品質の評価値は同じ感覚でとらえて構わない。なお、本開示においては、 e -MLSE以外の指標を使用しても良い。

[0080] パターンR2の場合は、クロストーク成分がもともと有する振幅位相特性をそのまま活用し、チャネル間の位相差はほとんど変えずに、振幅特性のチャネル間バランスを用いて信号特性を改善している。パターンR2は、ラジアル方向に内外に分割するものであり、トラックピッチを狭くした場合に生じる隣接トラックからのクロストークを抑える効果がある。したがって、パ

ターン R 2 のように、ラジアル方向でのみ領域分割を行う例では、タンジェンシャル方向の符号間干渉等による信号劣化に充分対応することができない問題がある。以下に説明する本開示は、このような点を考慮したものである。

[0081] 「タンジェンシャル方向にさらに領域分割を行う（パターン H 3 A および H 4 C）」

タンジェンシャル方向にさらに領域分割を行う例として、パターン H 3 A および H 4 C（図 7 参照）の再生性能を図 1 2、図 1 3 および図 1 4 に示す。図 1 2 は、（正規化されたデフォーカス量対指標）のグラフである。図 1 3 は、（正規化されたラジアル方向のスキュー量対指標）のグラフである。図 1 4 は、（正規化されたタンジェンシャル方向のスキュー量対指標）のグラフである。

[0082] これらの図は、低線密度の場合でタンジェンシャル方向分割の効果を示す。

シミュレーションは、下記の条件で行った。

・ LD35.18(GB) ・ ・ ・ $0.053 \mu\text{m}/\text{channel bit}$

・ $T_p=0.225 \mu\text{m}$ （ランド、グループのそれぞれが）

面容量 50.0GB となる。

・ NA=0.85 ・ PR(1233321) ・ 評価指標：e-MLSE

・ マーク幅= $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noise あり

・ ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を 1.0 としたときに、 ± 0.55 となる位置で共通とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 $\pm 0.65, \pm 0.30$ となる位置とした。

[0083] 図 1 2 ～ 図 1 4 から分かるように、タンジェンシャル方向にさらに領域分割を行うと、ラジアル方向でのみ領域分割するパターン R 2 に比してグラフのボトムがより下がり、マージンが拡大する。

[0084] このような条件においてパターン H 3 A は、下記のようにマージンを改善する。

デフォーカスマージンW20全幅 0.27 ($\pm 0.23\mu\text{m}$ 相当)となる。ラジアルコマ収差マージンW31全幅 0.30 ($\pm 0.53\text{deg}$ 相当)となる。

[0085] このような条件においてパターンH4Cは、下記のようにマージンを改善する。

デフォーカスマージンW20全幅 0.275 ($\pm 0.235\mu\text{m}$ 相当)となる。ラジアルコマ収差マージンW31全幅 0.30 ($\pm 0.53\text{deg}$ 相当)となる。

[0086] 上述したように、ラジアル方向に加えてタンジェンシャル方向にさらに領域分割を行うことによって、ラジアル方向のみの分割に比較して再生性能をより高くすることができる。なお、本明細書の説明は、適応イコライザユニット(FIRフィルタ)のタップ係数が適応的に制御するものとしている。しかしながら、シミュレーションの結果、最良なタップ係数が求められた場合、そのタップ係数を固定したイコライザユニットを使用することや、同等の特性を有するFIRフィルタ以外のアナログフィルタ、デジタルフィルタを使用することも可能である。性能面では適応型が優れるが、タップ係数の適応的制御を行わないので良いので、処理およびハードウェアを簡略化することができる。また、複数チャネルのうち、一部のチャネルに固定タイプのイコライザユニットを使用し、その他のチャネルには適応型のイコライザユニットを使用するようにすることも可能である。

[0087] 「パターンH3Aにおける適応型電気光学フィルタ特性」

パターンH3Aの低線密度の場合の適応型電気光学フィルタ特性について説明する。パターンH3A(図7参照)に関してシミュレーションの結果の周波数振幅特性を図15に示す。特性L1は、ラジアル方向外側の領域Bに対応するチャネルの周波数振幅特性であり、特性L2は、タンジェンシャル方向外側の領域Cに対応するチャネルの周波数振幅特性であり、特性L3は、中央の領域Aに対応するチャネルの周波数振幅特性である。なお、特性は、摂動原点での特性例である。

[0088] 図16Aは、パターンH3Aの各チャネルのタップ係数を示す。例えばFIRフィルタのタップ数が31タップとされている。図16Bは、各チャ

ンネルの周波數位相特性を示す。周波數位相特性は、3チャンネルの内の2チャンネル間の位相差を表している。特性L 1 1は、タンジェンシャル方向外側の領域Cと、ラジアル方向外側の領域Bとにそれぞれ対応するチャンネルの再生情報信号間の位相差である。特性L 1 2は、中央の領域Aと、ラジアル方向外側の領域Bとにそれぞれ対応するチャンネルの再生情報信号間の位相差である。特性L 1 3は、タンジェンシャル方向外側の領域Cと、中央の領域Aとにそれぞれ対応するチャンネルの再生情報信号間の位相差である。

[0089] 上述したように、H 3 Aのフィルタ特性は、下記のような特徴を有する。

- ・3チャンネルの各領域ごとに、振幅、位相ともに大きく異なる周波数特性をもつフィルタを構成し、良好な再生信号再生を実現することができる。

- ・3 T信号に相当する周波数帯（破線で囲んで示す横軸の値4 3の近傍）では、中央領域に対して、タンジェンシャル方向外側の領域Cと、ラジアル方向外側の領域Bの位相を1 8 0 deg ずらしている。

- ・中央領域は4 T信号に相当する周波数帯（破線で囲んで示す横軸の値3 2の近傍）を遮断する特性とし、クロストークによる偽信号を抑制している。

- ・タンジェンシャル方向外側は、短マーク再生に寄与すべきであり、8 T信号に相当する周波数帯（破線で囲んで示す横軸の値1 6の近傍）を遮断している。

このように、領域ごとに、ハイパスフィルタ、ローパスフィルタ、バンドパスフィルタ、バンドストップ（またはノッチ）フィルタ等を構成し、光学だけでも電気だけでも実現しえないフィルタ特性を実現している。

[0090] 図1 7は、(NA=0. 8 5、Tp=0. 2 2 5、PR(1 2 3 3 3 2 1))固定での線密度と指標との関係を示す。タンジェンシャル方向の中心位置が異なるチャンネルを作ると、同じPRクラスでもより高線密度な信号を良好に再生できるようになる。パターンH i 3 Bのように、タンジェンシャル方向の分割位置の最適化でも特性を改善可能である。摂動中心でのe-MLSE $\leq$ 1

0%とすると、パターンR 2およびH 3 Aは、LD38GBまでである。これに対し、H i 3 B、H T 4 A、H i 4 Aは、LD41GBまで可能である。

[0091] 「タンジェンシャル方向分割の高線密度化効果」

パターンH 3 A、H i 3 A、H i 3 B、H T 4 A、H i 4 Aと比較用のパターンR 2およびH 3 A（図7参照）の再生性能を図18および図19に示す。図18は、（正規化されたデフォーカス量対指標）のグラフである。図19は、（正規化されたラジアル方向のスキュー量対指標）のグラフである。

[0092] これらの図は、高線密度の場合でタンジェンシャル方向分割の効果を示す。

シミュレーションは、下記の条件で行った。

- ・ LD41(GB)・・・0.04547 μ m/channel bit
- ・ $T_p=0.225\mu$ m（ランド、グループのそれぞれが）の場合、LD41(GB)とあわせ、面容量58.3GBとなる。
- ・ NA=0.85 ・ PR(1233321) ・ 評価指標：e-MLSE
- ・ マーク幅= $T_p\times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noiseあり
- ・ ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、 ± 0.55 となる位置で共通とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 ± 0.30 および ± 0.65 となる位置とした。

[0093] 図18および図19から分かるように、LD41GBという高線密度では、タンジェンシャル方向の中心位置が異なるチャンネルをもたないパターンR 2およびH 3 Aでは、e-MLSEが15%付近を推移している。これに対して、タンジェンシャル方向の中心位置が異なるチャンネルをもつパターンH i 3 A、H i 3 B、H T 4 A、H i 4 Aでは、 $e-MLSE \leq 15\%$ となるマージン幅を十分確保できている。特に、パターンH T 4 Aは、LD41GBにおいて、LD35.18GBにおけるパターンH 3 Aと同等なマージン幅となっている。

[0094] 「パターンH T 4 Aにおける適応型電気光学フィルタ特性」

パターンH T 4 A（図7参照）の高線密度の場合の適応型電気光学フィル

タ特性について説明する。パターンHT4Aに関してシミュレーションの結果の周波数振幅特性を図20に示す。特性L21は、ラジアル方向外側の領域Bに対応するチャンネルの周波数振幅特性であり、特性L22は、タンジェンシャル方向外側の領域Cに対応するチャンネルの周波数振幅特性である。特性L23は、中央の領域Aに対応するチャンネルの周波数振幅特性であり、特性L24は、タンジェンシャル方向外側の領域Dに対応するチャンネルの周波数振幅特性である。なお、特性は、摂動原点での特性例である。

[0095] 図21Aは、パターンHT4Aの各チャンネルのタップ係数を示す。例えばFIRフィルタのタップ数が31タップとされている。図21Bは、各チャンネルの周波數位相特性を示す。周波數位相特性は、タンジェンシャル方向外側の領域Cに対応するチャンネルと、タンジェンシャル方向外側の領域Dに対応するチャンネル間の位相差を表している。

[0096] HT4Aのフィルタ特性は、下記のような特徴を有する。

- ・パターンH3Aと同様に、中央領域はローパス的特性に、タンジェンシャル方向外側領域はハイパス的特性となっている（ここでいうハイパス的とは、信号再生に寄与している周波数帯域内で、より短いマークに対応する帯域を通すバンドパス特性を、相対的にハイパス的と表現している）。

- ・さらに、パターンH4TAでは、タンジェンシャル方向の外側領域が独立に2チャンネルとなっており、その2領域が3T、4T相当の周波数帯（横軸の43、32の値の近傍）で120～90deg程度の位相差となるようなフィルタを構成している（タップ係数を見てもわかるように、2クロック分）。これにより、単純な総和信号による再生振幅に対して、短マークに関して、より感度の高い検出が可能となっている。短マーク再生に関して、領域間の位相差も活用することで、高線密度領域における良好な再生信号特性を実現している。

[0097] 上述した線密度依存性のグラフからもわかるように、パターンHi3AからHi3Bのように、分割位置の変更により、線密度によらず特性が改善できることもあれば、HT4AとHi4Aのように、線密度によって特性が逆

転する場合もある。図 2 2 は、領域分割のいくつかの具体例を示している。システムとしてより重視する線密度（面容量）を決めた場合、それに対して分割パターンを最適化することが可能である。

[0098] 「領域分割による特性最適化」

次に、良好な特性が得られる分割パターンの種類が多い低線密度の場合を例に、分割パターンの最適化について示す。

・ LD35.18(GB) ・ ・ ・ 0.053 μm /channel bit ・ $T_p=0.225 \mu\text{m}$ (Land、Grooveそれぞれが) 面容量が50GBとなる。

・ NA=0.85 ・ PR(1233321) ・ 評価指標：e-MLSE

・ マーク幅= $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noiseあり

[0099] 図 2 3 は、分割位置の変更によるラジアルコマ収差のマージンの拡大を示している。分割位置は、パターン H T 4 A、H 3 A がラジアル方向 ± 0.55 、タンジェンシャル方向 ± 0.65 とする。パターン T 4 A、T 3 A は、ラジアル方向 ± 0.7 、タンジェンシャル方向 ± 0.6 で、分割形状も 4 隅を変更している。

[0100] 図 2 3 から分かるように、パターン H T 4 A は、ラジアルコマ収差 W 3 1 の全幅 0.32 ($\pm 0.56\text{deg}$ 相当) となる。パターン T 4 A は、ラジアルコマ収差 W 3 1 の全幅 0.34 ($\pm 0.60\text{deg}$ 相当) となる。パターン H 3 A は、ラジアルコマ収差 W 3 1 の全幅 0.30 ($\pm 0.53\text{deg}$ 相当) となる。パターン T 3 A は、ラジアルコマ収差 W 3 1 の全幅 0.32 ($\pm 0.56\text{deg}$ 相当) となる。

[0101] 「ラジアル方向分割の外側領域を独立にする効果」

図 2 4 は、ラジアル方向のみを分割して 3 個の領域を形成するパターンであって、疑似的に対物レンズのレンズシフト（図では L S と表記する）に応じて視野が移動した場合を示す。パターンとしては、R 2（領域 A、B 1、B 2）および R 3（領域 A、B、C）を想定する。レンズシフトがラジアル方向に 0.2（ビーム光束の断面の直径を 2.0 としているので、0.2 は、10%）発生したものとしている。

[0102] 「ラジアル方向分割の外側領域を独立にする効果 1」

これらのパターンに関して、ラジアルコマ収差のマージンのシミュレーション結果を図25のグラフに示す。図25からR2(LS 0.2)のパターンのコマ収差のマージンが低下している。すなわち、ラジアル方向に分割して場合、外側の二つの領域を独立にする方が視野移動の影響を少なくすることができる。なお、視野移動に強くする手法は、後述するように、他のものがある。

[0103] 「レンズシフト時のラジアルコマ収差のマージン変化」

パターンR3に関して、疑似的な視野移動(0.1シフトおよび0.2シフト)によるラジアルコマ収差特性変化を図26Aに示す。図26Bは、0.2シフトを示し、図26Cは、シフト無しを示す。図26Aから分かるように、分割幅を最適化すれば、視野移動によるラジアルコマ収差のマージン幅の変化を抑えることができる。

[0104] パターンT4Aに関して、疑似的な視野移動(0.1シフトおよび0.2シフト)によるラジアルコマ収差特性変化を図27Aに示す。図27Bは、0.2シフトを示し、図27Cは、シフト無しを示す。図27Aから分かるように、視野移動によるマージン幅が確保できている。但し、中心がややシフトしている。

[0105] パターンT3Aに関して、疑似的な視野移動(0.1シフトおよび0.2シフト)によるラジアルコマ収差特性変化を図28Aに示す。図28Bは、0.2シフトを示し、図28Cは、シフト無しを示す。図28Aから分かるように、視野移動によるマージン幅が急激に狭くなっている。したがって、パターンT3Aの場合は、視野移動量を抑えることが必要とされる。

[0106] 「レンズシフト時のデフォーカスマージン変化」

パターンR3に関して、疑似的な視野移動(0.1シフトおよび0.2シフト)によるデフォーカス特性変化を図29Aに示す。図29Bは、0.2シフトを示し、図29Cは、シフト無しを示す。図29Aから分かるように、分割幅を最適化すれば、視野移動によるデフォーカスマージン幅の変化を抑えることができる。

[0107] パターンT4Aに関して、疑似的な視野移動（0.1シフトおよび0.2シフト）によるデフォーカス特性変化を図30Aに示す。図30Bは、0.2シフトを示し、図30Cは、シフト無しを示す。図30Aから分かるように、視野移動によるデフォーカスマージン幅が確保できている。

[0108] パターンT3Aに関して、疑似的な視野移動（0.1シフトおよび0.2シフト）によるデフォーカス特性変化を図31Aに示す。図31Bは、0.2シフトを示し、図31Cは、シフト無しを示す。図31Aから分かるように、視野移動によるデフォーカスマージン幅が急激に狭くなっている。したがって、パターンT3Aの場合は、視野移動量を抑えることが必要とされる。

[0109] 「3チャンネルでレンズシフトにつよいパターン」

上述した図26Aに示す特性から分かるように、パターンR3は、3チャンネルでパターンT3Aに比較してレンズシフトに対して強いものである。すなわち、ラジアルコマ収差マージンがレンズシフト無しで、 ± 0.125 （ $\pm 0.44 \text{ deg}$ 相当）となり、レンズシフトが0.2で、 ± 0.125 （ $\pm 0.44 \text{ deg}$ 相当）となる。

[0110] 3チャンネルのパターンであって、レンズシフトに強いパターンとして、Hi3Aがある。パターンHi3Aに関して、疑似的な視野移動（0.1シフトおよび0.2シフト）によるラジアルコマ収差特性変化を図32Aに示す。図32Bは、0.2シフトを示し、図32Cは、シフト無しを示す。図32Aから分かるように、視野移動によるマージン幅が4チャンネルのパターンT4A（図27参照）と同程度確保できている。すなわち、ラジアルコマ収差マージンがレンズシフト無しで、 ± 0.16 （ $\pm 0.56 \text{ deg}$ 相当）となり、レンズシフトが0.2で、 $-0.155 \sim +0.12$ （ $-0.54 \text{ deg} \sim +0.42 \text{ deg}$ 相当）となる。

[0111] パターンHi3Aに関して、疑似的な視野移動（0.1シフトおよび0.2シフト）によるデフォーカス特性変化を図33Aに示す。図33Bは、0.2シフトを示し、図33Cは、シフト無しを示す。図33Aから分かるよ

うに、視野移動によるマージン幅が4チャンネルのパターンT4A（図29参照）と同程度確保できている。すなわち、デフォーカスマージンがレンズシフト無しで、0.25（±0.21 μm相当）となり、レンズシフトが0.2で、0.24（±0.20 μm相当）となる。

[0112] 「4チャンネルでレンズシフトにつよいパターン」

上述した図27Aに示す特性から分かるように、パターンT4Aは、4チャンネルでパターンT3Aに比較してレンズシフトに対して強いものである。すなわち、ラジアルコマ収差マージンがレンズシフト無しで、±0.17（±0.60 deg相当）となり、レンズシフトが0.2で、-0.17～+0.135（-0.60 deg～+0.47 deg相当）となる。

[0113] 4チャンネルのパターンであって、レンズシフトに強いパターンとして、X4Aがある。パターンX4Aに関して、疑似的な視野移動（0.1シフトおよび0.2シフト）によるラジアルコマ収差特性変化を図34Aに示す。図34Bは、0.2シフトを示し、図34Cは、シフト無しを示す。図34Aから分かるように、視野移動によるラジアルコマ収差のマージン変化が殆どない。すなわち、ラジアルコマ収差マージンがレンズシフト無しで、±0.17（±0.60 deg相当）となり、レンズシフトが0.2で、±0.16（±0.56 deg相当）となる。

[0114] パターンX4Aに関して、疑似的な視野移動（0.1シフトおよび0.2シフト）によるデフォーカス特性変化を図35Aに示す。図35Bは、0.2シフトを示し、図35Cは、シフト無しを示す。図35Aから分かるように、視野移動によるデフォーカスマージンの変化が小さい。すなわち、デフォーカスマージンがレンズシフト無しで、0.265（±0.225 μm相当）となり、レンズシフトが0.2で、0.25（±0.21 μm相当）となる。

[0115] 「ラジアル方向分割の外側領域を独立にする効果2」

図36は、パターンHT4A、HTR5A、L6AおよびLR7Aを示す。これらのパターンのラジアルコマ収差特性を図37および図38に示す。

図37は、領域分割をしない場合、パターンHT4A、HTR5Aのそれぞれのラジアルコマ収差特性を示す。図38は、領域分割をしない場合、パターンLR7A、L6Aのそれぞれのラジアルコマ収差特性を示す。図37および図38から分かるように、タンジェンシャル方向分割と組み合わせることによって、ラジアルコマ収差マージンを拡大することができる。

- [0116] 上に述べたように、チャンネルビット長、すなわち、マーク長を短くし、線密度方向に高密度化をはかり、また、トラックピッチを狭くすることによりトラック密度方向に高密度化をはかることにより、光ディスクの高密度化を実現する場合、信号記録面上には、2次元的に記録マークが配置されることになる。
- [0117] 光ディスクにおける再生信号は、記録マークおよびグルーブ等の周期構造によって発生する回折光が重なり干渉することによって起きる明暗の変化を検出している。周期 p の周期構造による ± 1 次回折光は、図39に示すように、瞳半径を1とした場合に、中心のシフト量は $\lambda / (NA \cdot p)$ であらわれ、その重なりが大きいほど再生信号の振幅が大きくなり、重なりが小さいほど振幅は小さくなる。重なりがなくなる、すなわち、シフト量 $\lambda / (NA \cdot p) = 2$ となるとき、振幅はゼロとなる。その結果、MTF (Modulation Transfer Function : 振幅伝達関数) の空間周波数特性は、図40のようになる。カットオフ空間周波数は、 $\lambda / (NA \cdot p) = 2$ より、 $1/p = 2NA/\lambda$ となり、これよりも小さい周期構造が連続した場合、振幅はゼロとなる。
- [0118] これを上述したような、波長405nm、NA=0.85の系に適用すると、 $1/p = 2NA/\lambda$ より、 $p = \lambda / (2NA) = 238\text{nm}$ が再生可能な最小の周期構造となる。これはすなわち、低線密度の例としてあげた、RL L (1 , 7) P Pで53nm/channel bitの系においては、最短2Tマーク/スペースは53nm $\times 2 \times 2 = 212\text{nm}$ となるためカットオフ空間周波数を超え、2Tマーク/スペースの連続は振幅ゼロとなることを意味している。3Tマーク/スペース53nm $\times 3 \times 2 = 318\text{nm}$ に相当する周期構造に対しては、シフト量 $\lambda / (NA \cdot p)$

) = 1.50 となるため、図 4 1 の 0 次光と ± 1 次光が重なっている領域が信号再生に寄与することとなる。同様に高線密度の例としてあげた、45.47nm/channel bit の系においても、最短 2 T マーク／スペースは $45.47\text{nm} \times 2 \times 2 = 182\text{nm}$ となるためカットオフ空間周波数を超え、3 T マーク／スペース $45.47\text{nm} \times 3 \times 2 = 273\text{nm}$ に相当する周期構造に対しては、シフト量 $\lambda / (NA \cdot p) = 1.75$ となるため、図 4 2 の 0 次光と ± 1 次光が重なっている領域が信号再生に寄与することとなる。PRML により、2 T マーク／スペースの振幅がゼロとなるような密度でも、信号処理が破たんすることはないが、短マークの再生品質は重要な要素である。

[0119] 上述したように、パターン H 3 A および H T 4 A の電気光学フィルタ特性において、タンジェンシャル方向の外側の領域は、3 T や 4 T 等の短いマークに対応する周波数帯域をハイバンドパスするフィルタとなっており、中央領域は 5 T 以上の長いマークに対応する周波数帯域を多く通すようなローパス的なフィルタとなっている。図 4 1、図 4 2 との対比からもわかるように、これは、空間光学的に短いマークに対応する帯域の再生に、より多く寄与すべき領域と、長いマークに対応する帯域の再生に、より多く寄与すべき領域とを効果的に分離し、さらにそれぞれの領域において、自トラックの再生信号成分の比率が高いはずの周波数成分を強調し、隣接トラックの再生信号成分の比率が高いはずの周波数成分は抑圧、遮断もしくは他の信号とバランスさせて相殺することで、自トラックの再生信号品質を高めることを実現していることを意味する。さらに H T 4 A の場合には、タンジェンシャル方向の外側の 2 つの領域からの信号に位相差をもたせることによって、単純な総和信号による再生振幅に対して、短マークに関して、より感度の高い検出を可能としているが、図 4 1 と図 4 2 の比較からもわかるように、高線密度の例の場合には、2 T マーク／スペースのみならず、3 T マーク／スペースの再生に寄与しうる領域も小さくなってしまいうことから、単純な総和信号による再生では大きく不利な状況になるところを、位相差検出による高感度化によって特性劣化を抑えていることがわかる。

[0120] このように、空間光学的に線密度方向および／又はトラック密度方向に帯域の異なる複数の信号に分離するために、タンジェンシャル方向およびラジアル方向に領域分割し、それぞれの領域からの信号に、ハイパスフィルタ、ローパスフィルタ、バンドパスフィルタ、バンドストップ（またはノッチ）フィルタ等々、それぞれに最適な別々の特性を有する電気フィルタを作用させ、そののちに再び信号を合算することによって、符号間干渉および隣接トラックからの信号の漏れこみが低減された良好な再生信号を得ることが可能となる。

[0121] ここまでは、単純にタンジェンシャル方向およびラジアル方向に領域分割する場合について述べてきた。しかし、空間光学的に帯域のことなる領域の信号を効果的に分離するフィルタとして、これまで述べてきたような、図43中で＊を付した、短マーク再生に対応する、トラック構造による回折光としては0次光の領域の信号だけでなく、トラック構造による±1次回折光との干渉領域（○を付して示す）の領域の信号を分離することで、摂動中心位置におけるe-MLSEを良好にするとともに、ラジアルコマ収差マージンをはじめとする各種マージンを拡大することが可能である。

[0122] [パターンⅠV T 4]

図44に示すパターンⅠV T 4は、4チャンネルの例である。すなわち、ラジアル方向の外側の領域A（ $= A_1 + A_2$ ）と、中央部の領域Bと、タンジェンシャル方向の上部の領域C（ $C_1 + C_2 + C_3$ ）と、下部の領域D（ $D_1 + D_2 + D_3$ ）とにビームが分割される。各領域と対応する4チャンネルの信号が得られる。ここで、ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、±0.5、±0.7となる位置とした。タンジェンシャル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、±0.45、±0.65となる位置とした。

[0123] 上述したパターンⅠV T 4に対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は、上述した「低線密度」としている場合と同様に以下の通りである。

・ LD35.18(GB) ・ ・ ・ $0.053 \mu\text{m}/\text{channel bit}$ 、 $T_p=0.32 \mu\text{m}$ のとき面容量
35.18GBとなる。

・ $T_p=0.225 \mu\text{m}$ (ランド、グルーブのそれぞれが) ・ $NA=0.85$ ・
PR(123321) ・ 評価指標：e-MLSE

・ マーク幅= $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noiseあり

[0124] 「再生性能」

パターン I V T 4 に関する再生性能のシミュレーション結果を図 4 5 乃至図 4 9 に示す。これらの図は、低線密度の場合でパターン I V T 4 の領域分割の効果を示す。各図において、e-MLSE は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

[0125] 図 4 5 は、パターン I V T 4 のラジアルコマ収差マージンと、上述した他のパターン H T R 5 A、L R 7 A、H T 4 A のラジアルコマ収差マージン W 3 1 とを比較して示す。縦軸は、上述した他のグラフと同様に指標 e-MLSE であり、横軸が正規化されたラジアルコマ収差である。パターン I V T 4 のラジアルディスクスキューマージンが他のパターンと比較して良好なことが分かる。

[0126] 図 4 6 は、デフォーカスマージンを示し、図 4 6 のグラフの横軸は、波長によって正規化されたデフォーカス量 W 2 0 である。0 の値がデフォーカス量が 0 を意味している。実際の再生時には、デフォーカスが発生するので、デフォーカスに対してのマージンを持つことが必要とされる。

[0127] (正規化されたデフォーカス量対指標) のグラフにおいて、e-MLSE の値が小さいほど再生性能が高いことを意味する。一例として、e-MLSE の値がほぼ 0.15 以下であることが好ましい。したがって、デフォーカスマージンは、e-MLSE の値がほぼ 0.15 以下となる範囲の幅と対応している。この幅が大きいほど、デフォーカスマージンが大である。パターン I V T 4 は、十分なマージンを有している。

[0128] 図 4 7 は、球面収差 S A のマージンを示す。図 4 7 のグラフの横軸は、正規化された球面収差量 W 4 0 である。パターン I V T 4 は、十分な球面収差

マージンを有している。

[0129] 図48は、タンジェンシャルコマ収差マージンを示す。図48のグラフの横軸は、正規化されたタンジェンシャルコマ収差量 W_{3-1} である。パターンI V T 4は、十分なタンジェンシャルコマ収差マージンを有している。

[0130] 図49は、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。図49のグラフの横軸は、正規化されたシフト量であり、上で疑似的な視野移動として述べたもので、LSを方向も含めて ± 0.1 、 ± 0.2 だけシフトしたときの、他の摂動はゼロの状態でのe-MLSEの変化をグラフにしたものである。パターンI V T 4は、T 4 Aとほぼ同等なシフトマージンを有していることがわかる。

[0131] 「パターンI V T 4に最適な電気フィルタ」

上述したパターンI V T 4に最適な電気フィルタについて説明する。図45において、 $W_{3-1} = 0$ のとき、すなわち摂動原点における電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図52に示す。電気フィルタは、FIRフィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合の領域A～Dと対応する各チャンネルの周波数振幅特性は、図53に示すものとなる。さらに、 $W_{3-1} = -0.16$ のときの電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図50に示す。このように係数を設定した場合のA～Dの各チャンネルの周波数振幅特性は、図51に示すものとなる。

[0132] 周波数振幅特性において、横軸は、 $n / (256T)$ (n :横軸の値)である。例えば($n = 64$)の場合には、 $(64 / 256T) = (1 / 4T)$ となる。例えばRL L (1, 7) PP変調方式を使用した場合、チャンネルクロック周期を「T」とすると、マーク長は2Tから8Tとなる。 $(1 / 4T)$ は、2Tのマークが繰り返す場合の周波数である。図51および図53の特性では、4T(横軸の値32の近傍)、3T(横軸の値43の近傍)に対応する帯域において、ラジアルコマ収差の有無にかかわらず、C、DとAの周波数振幅特性がほぼ同様な形状を保っており、所望の電気光学フィルタ特性が維持できており、パターンI V T 4において、他のパターンと比較して

良好なラジアルディスクキューマージンにつながっている。

[0133] 図5 2 及び図5 3 に示す、摂動原点における I V T 4 のフィルタ特性は、下記のような特徴を有する。中央領域はローパス的特性に、タンジェンシャル方向外側領域はハイパス的特性となっている（ここでいうハイパス的とは、信号再生に寄与している周波数帯域内で、より短いマークに対応する帯域を通すバンドパス特性を、相対的にハイパス的と表現している）。

[0134] さらに、パターン I V T 4 では、タンジェンシャル方向の外側領域が独立に2チャンネルとなっており、その2領域に対応したチャンネルのタップ係数に2クロック分程度の位相差をもたせるようなフィルタを構成している。これにより、単純な総和信号による再生振幅に対して、短マークに関して、より感度の高い検出が可能となっている。短マーク再生に関して、領域間の位相差も活用することで、良好な再生信号特性を実現している。

[0135] 4 T（横軸の値3 2の近傍）、3 T（横軸の値4 3の近傍）に対応する帯域において、その帯域の信号成分をほとんど含まない領域Bはローパスフィルタ特性でその領域に存在するクロストーク成分及び他のノイズ成分を抑圧し、さらにC、Dの位相差によってクロストーク成分を低減し、それでも残留するクロストーク成分をAとの周波数振幅特性のバランスによってキャンセルする構成となっている。その結果、C、D及びAの周波数振幅特性も必要以上に持ち上げる必要がなく、それも良好な再生信号特性の実現につながっている。

[0136] また、ラジアルコマ収差が発生しているときの各チャンネルの周波数振幅特性を示した図5 1 を、摂動原点における、上記に説明したような特徴をもつ各チャンネルの周波数振幅特性を示した図5 3 の特性と比較すると、4 T（横軸の値3 2の近傍）、3 T（横軸の値4 3の近傍）に対応する帯域において、ラジアルコマ収差の有無にかかわらず、C、DとAの周波数振幅特性がほぼ同様な形状を保っており、所望の電気光学フィルタ特性が維持できており、パターン I V T 4 において、他のパターンと比較して良好なラジアルディスクキューマージンにつながっている。

[0137] [パターンNST6]

図54に示すパターンNST6は、6チャンネルの例である。T4Aの中央領域をラジアル方向にさらに3領域に分割したパターンと考えることができる。すなわち、ラジアル方向の外側の領域A ($= A1 + A2$) と、タンジェンシャル方向の上部の領域Eと、下部の領域Fと、中央部の3つの領域B, C, Dとにビームが分割される。中央部の3つの領域は、領域A1に近い側が領域B、領域A2に近い側が領域D、そして最も中央の領域が領域Cとなっており、各領域と対応する6チャンネルの信号が得られる。ここで、ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、 ± 0.3 および ± 0.75 となる位置とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 ± 0.65 となる位置とした（上に述べたT4Aの領域分割から、中央領域の分割等による各種特性の変化を考慮して、分割位置を微調整している）。

[0138] 上述したパターンNST6に対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は、上述した「低線密度」としている場合と同様に以下の通りである。

・ LD35.18(GB) ・ ・ ・ $0.053 \mu\text{m}/\text{channel bit}$

・ $T_p = 0.225 \mu\text{m}$ (ランド、グループのそれぞれが)

面容量50.0GBとなる。

・ NA=0.85 ・ PR(1233321) ・ 評価指標 : e-MLSE

・ マーク幅= $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noiseあり

[0139] 図14に示すように、上述したパターンH3Aに対して、パターンH4Cのように、タンジェンシャル方向、すなわち、線密度方向に対応する方向に空間光学的に帯域の異なる領域の分割を増やすと、タンジェンシャル方向の分割数に応じてタンジェンシャルコマ収差マージンが拡大していることがわかる。この考え方をラジアル方向にも適用したのが、NST6である。

[0140] この分割パターンNST6は、ラジアル方向への空間光学的に帯域の異なる領域の分割数を増やすとともに、IVT4とは異なるが、やはり、トラック構造による ± 1 次回折光との干渉領域に対応する信号を検出している。こ

れにより、摂動中心位置における $e-MLSE$ を良好に保ちつつ、ラジアルコマ収差マージンをはじめとする各種マージンも広くすることが可能である。

[0141] 「再生性能」

パターン NST 6 に関する再生性能のシミュレーション結果を図 5 5 乃至図 5 9 に示す。これらの図は、低線密度の場合でパターン NST 6 の領域分割の効果を示す。各図において、 $e-MLSE$ は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

[0142] 図 5 5 は、パターン NST 6 のラジアルコマ収差マージンと、比較用として、上述した他のパターン T 4 A および I V T 4 のラジアルコマ収差マージンとを示す。縦軸は、上述した他のグラフと同様に指標 $e-MLSE$ であり、横軸が正規化されたラジアルコマ収差 $W31$ である。パターン NST 6 のラジアルディスクキューマージンが、T 4 A に対してラジアル方向への空間光学的に帯域の異なる領域の分割数を増やすとともに、I V T 4 とは異なるが、やはり、トラック構造による ± 1 次回折光との干渉領域に対応する信号を検出することによって、パターン T 4 A および I V T 4 と比較して良好なことが分かる。

[0143] 図 5 6 は、デフォーカスマージンを示し、図 5 6 のグラフの横軸は、波長によって正規化されたデフォーカス量 $W20$ である。0 の値がデフォーカス量が 0 を意味している。

[0144] 図 5 7 は、球面収差 SA のマージンを示す。図 5 7 のグラフの横軸は、正規化された球面収差量 $W40$ である。パターン NST 6 の球面収差マージンがパターン I V T 4 と比較して良好なことが分かる。

[0145] 図 5 8 は、タンジェンシャルコマ収差マージンを示す。図 5 8 のグラフの横軸は、正規化されたタンジェンシャルコマ収差量 $W3-1$ である。パターン NST 6 のタンジェンシャルコマ収差マージンがパターン I V T 4 と比較して良好なことが分かる。

[0146] 図 5 9 は、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。

図59のグラフの横軸は、正規化されたシフト量である。パターンNST6のシフトマージンがパターンIVT4と比較して良好なことが分かる。

[0147] [パターンIVNST6]

図60に示すパターンIVNST6は、6チャンネルの例である。パターンIVNST6は、上述した分割パターンIVT4とNST6の良いところを融合させたものである。すなわち、パターンIVT4を基準に考えると、T4Aに対するNST6と同様に、ラジアル方向への空間光学的に帯域の異なる領域の分割数を増やすために、図44の中央領域Bを、ラジアル方向にさらに3分割したものと考えられる。また、パターンNST6を基準に考えれば、領域A1およびA2を領域Eおよび領域Fにまで延長し、さらに、領域Eの一部(E2)と領域Fの一部(F2)を領域Bに入り込ませ、領域Eの一部(E3)と領域Fの一部(F3)を領域Bに入り込ませたものとも考えることもできる。ここで、ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、 ± 0.25 、 ± 0.5 および ± 0.7 となる位置とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 ± 0.45 、 ± 0.65 となる位置とした。パターンIVT4で劣化が目立っていたラジアル方向のパターンシフトに対する劣化を抑えつつ、ほとんどの特性において最良解となっている。

[0148] 上述したパターンIVNST6に対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は、上述した「低線密度」としている場合と同様に以下の通りである。

・ LD35.18(GB)・・・ $0.053\mu\text{m}/\text{channel bit}$

・ $T_p=0.225\mu\text{m}$ (ランド、グループのそれぞれが)

面容量50.0GBとなる。

・ NA=0.85 ・ PR(1233321) ・ 評価指標：e-MLSE

・ マーク幅= $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noiseあり

[0149] 「再生性能」

パターンIVNST6に関しての再生性能のシミュレーション結果を図61乃至図65に示す。これらの図は、低線密度の場合でパターンIVNST

6の領域分割の効果を示す。各図において、 $e-MLSE$ は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

[0150] 図61は、パターン1VNST6と、上述したパターンNST6と、パターン1VT4とに関して、ラジアルコマ収差マージンを示す。縦軸は、上述した他のグラフと同様に指標 $e-MLSE$ であり、横軸が正規化されたラジアルコマ収差 $W31$ である。パターン1VNST6のラジアルディスクスキューマージンが最良なことが分かる。

[0151] 図62は、デフォーカスマージンを示し、図62のグラフの横軸は、波長によって正規化されたデフォーカス量 $W20$ である。パターン1VNST6のデフォーカスマージンが最良なことが分かる。

[0152] 図63は、球面収差SAのマージンを示す。図63のグラフの横軸は、正規化された球面収差量 $W40$ である。パターン1VNST6の球面収差マージンがNST6と並び最良なことが分かる。

[0153] 図64は、タンジェンシャルコマ収差マージンを示す。図64のグラフの横軸は、正規化されたタンジェンシャルコマ収差量 $W3-1$ である。パターン1VNST6のタンジェンシャルコマ収差マージンが最良なことが分かる。

[0154] 図65は、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。図65のグラフの横軸は、正規化されたシフト量である。パターン1VNST6のシフトマージンがパターン1VT4と比較して良好なことが分かる。

[0155] 「パターン1VNST6に最適な電気フィルタ」

上述したパターン1VNST6に最適な電気フィルタについて説明する。図61において、 $W31=0$ のとき、すなわち摂動原点における電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図68に示す。電気フィルタは、FIRフィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合の領域A~Fと対応する各チャンネルの周波数振幅特性は、図69に示すものとなる。さらに、 $W31=-0.16$ のときの電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図66に示す。このように係数を設定した場合のA~Fの各チャネ

ルの周波数振幅特性は、図 6 7 に示すものとなる。

[0156] 図 6 8 及び図 6 9 に示す、摂動原点における I V N S T 6 のフィルタ特性は、下記のような特徴を有する。タンジェンシャル方向外側領域は I V T 4 と同様に、ハイパシ特性となっている（ここでいうハイパシ的とは、信号再生に寄与している周波数帯域内で、より短いマークに対応する帯域を通すバンドパス特性を、相対的にハイパシ的と表現している）。

[0157] さらに、パターン I V N S T 6 では、これもやはり I V T 4 と同様に、タンジェンシャル方向の外側領域が独立に 2 チャンネルとなっており、その 2 領域に対応したチャンネルのタップ係数に 2 クロック分程度の位相差をもたせるようなフィルタを構成している。これにより、単純な総和信号による再生振幅に対して、短マークに関して、より感度の高い検出が可能となっている。短マーク再生に関して、領域間の位相差も活用することで、良好な再生信号特性を実現している。

[0158] また、I V T 4 では 1 つだった中央領域が I V N S T 6 ではラジアル方向に 3 分割されているが、その 3 領域 B, C, D は基本的には I V T 4 と同様にローパス特性であり、摂動原点においては 3 領域間のフィルタ特性に大きな差はない。

[0159] 4 T（横軸の値 3 2 の近傍）、3 T（横軸の値 4 3 の近傍）に対応する帯域において、その帯域の信号成分をほとんど含まない領域 B, C, D はローパスフィルタ特性でその領域に存在するクロストーク成分及び他のノイズ成分を抑圧し、さらに E, F の位相差によってクロストーク成分を低減し、それでも残留するクロストーク成分を A との周波数振幅特性のバランスによってキャンセルする構成となっている。その結果、E, F 及び A の周波数振幅特性も必要以上に持ち上げる必要がなく、それも良好な再生信号特性の実現につながっている。

[0160] また、ラジアルコマ収差が発生しているときの各チャンネルのタップ係数を示した図 6 6 及び周波数振幅特性を示した図 6 7 を、摂動原点における各チャンネルのタップ係数を示した図 6 8、周波数振幅特性を示した図 6 9 の特性

と比較すると分かるように、 $W31 = -0.16$ のラジアルコマ収差が生じた際には、B, C, Dの中央部3チャンネルのうち、C（最中央）を強め、BとDとをかなり弱めるとともに、E, Fに関しては、やや強めるようなフィルタとなっている。さらに、図67および図69から分かるように、4T, 3Tに対応する帯域において、1VT4の場合と同様に、ラジアルコマ収差の有無にかかわらず、E, FとAの周波数振幅特性がほぼ同様な形状を保っており、所望の電気光学フィルタ特性が維持できている。これらにより、パターン1VNST6において、最も良好なラジアルディスクキューマージンが実現できている。

[0161] 図62のデフォーカス $W20$ の特性において、 $W20 = -0.16$ のときの電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図70に示す。電気フィルタは、FIRフィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合のA～Fの各チャンネルの周波数振幅特性は、図71に示すものとなる。

[0162] デフォーカスが生じている状態における各チャンネルのタップ係数を示した図70及び周波数振幅特性を示した図71を、摂動原点における各チャンネルのタップ係数を示した図68、周波数振幅特性を示した図69の特性と比較すると分かるように、 $W20 = -0.16$ のデフォーカスが生じた際には、B, C, Dの中央部3チャンネルのうち、C（最中央）を弱めるとともに8T付近を逆位相にしてバンドパス（逆位相となっていることは、図70のタップ係数からもわかる）するようなフィルタとし、B, Dを強めるようなフィルタとなっている。あわせて、E, Fに関しては、図70のタップ係数からもわかるように、位相差を小さくするとともに、やや強めるようなフィルタとなっている。

[0163] 図63の球面収差SAの特性において、 $W40 = -0.20$ のときの電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図72に示す。電気フィルタは、FIRフィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合のA～Fの各チャンネルの周波数振幅特性は、図73に示すものとなる。

[0164] 球面収差が生じている状態における各チャンネルのタップ係数を示した図7

2 及び周波数振幅特性を示した図 7 3 を、摂動原点における各チャンネルのタップ係数を示した図 6 8、周波数振幅特性を示した図 6 9 の特性と比較すると分かるように、 $W40 = -0.20$ の球面収差が生じた際には、B、C、D の中央部 3 チャンネルのうち、C（最中央）を強めるようなフィルタとなっている。

このように、摂動の種類に応じて、中央部の 3 つの領域 B、C、D のフィルタ特性を独立に変化させることによって、各種マージンを拡大することが実現されている。

[0165] 「電気フィルタ特性の変化を用いた摂動・収差検出」

上記のように、摂動あるいは収差がある状態においては、その摂動あるいは収差の種類によって、各チャンネルのフィルタ特性（タップ係数）に特徴的な変化があらわれる（表 1 参照）。

[0166] [表 1]

チャンネル	ラジアルコマ収差 (W31)	デフォーカス (W20)	球面収差 (W40)
A			
B	弱める (DOWN)	強める (UP)	
C	強める (UP)	弱める (DOWN)	強める (UP)
D	弱める (DOWN)	強める (UP)	
E	強める (UP)	強める (UP)	弱める (DOWN)
F	強める (UP)	強める (UP)	弱める (DOWN)

[0167] 摂動の種類及び大きさによって各チャンネルのフィルタ特性（タップ係数）の変化が異なるため、フィルタ特性（タップ係数）からその状態において、どのような摂動が生じているのか、またその程度はどうかを検出可能である。すなわち、FIR フィルタのタップ係数の分布によって、ラジアル収差または球面収差を検出することができる。さらに、FIR フィルタのタップ係数の分布によって、デフォーカスまたはタンジェンシャルコマ収差を検出することができる。さらに、FIR フィルタのタップ係数の分布によって、デトラックまたは視差移動を検出することができる。

[0168] RF 再生特性が最良となる状態を実現する際には、i-MLSE や e-MLSE 等の指

標を用いることが可能であるが、これらの指標は、最良となる状態に近づく方向であるか否かがわかるだけで、コマ収差を低減すればよいのか、デフォーカスをずらせばよいのか、球面収差をずらせばよいのか、等に関しては情報が得られない。それに対して、例えば I V N S T 6 の場合 (N S T 6 も同様)、ラジアル方向に 3 分割された中央領域 B, C, D のフィルタ特性 (タップ係数) の変化、タンジェンシャル方向の外側の領域 E, F のフィルタ特性 (タップ係数) の変化から、ラジアルコマ収差を低減すればよいのか、デフォーカスをずらせばよいのか、球面収差をずらせばよいのかを検出可能であり、フィルタ特性 (タップ係数) の摂動原点からのずれ要因を解消するように調整することが可能である。

[0169] 「電気フィルタの最適化：デフォーカス特性とタップ数」

図 7 4 は、上述したパターン I V N S T 6 のデフォーカス特性のシミュレーション結果を示している。シミュレーション条件は、上述したものと同様である。図 7 4 には、F I R フィルタのタップ数が上述したように、31 の場合と、タップ数が 15 の場合とが示されている。

[0170] 上述したように、 $W20 = -0.16$ のときの電気フィルタの 31 タップの係数の値の一例は、図 7 0 に示され、A ~ F の各チャンネルの周波数振幅特性は、図 7 1 に示されている。周波数特性において、B, C, D の中央部 3 チャンネルのうち、C (最中央) を弱めるとともに 8 T 付近を逆位相にしてバンドパスするようなフィルタとし、B, D を強めるようなフィルタとなっている。

[0171] 一方、 $W20 = -0.16$ のときの電気フィルタの 15 タップの係数の値の一例は、図 7 5 に示すものとなり、A ~ F の各チャンネルの周波数振幅特性は、図 7 6 に示すものとなる。この周波数特性は、31 タップの場合のもの (図 7 1) と相違して所望のフィルタ特性が実現できていない。チャンネル C が逆位相のバンドパスフィルタでなく、ローパスフィルタになっている。したがって、デフォーカスしたときに、タップ数によるマージンに差異が生じる。

[0172] ここでは、一例として I V N S T 6 のデフォーカスマージンについて、タップ数による差異を示したが、他のパターンおよび他のマージンについても同様なことが言える。R L L (1 , 7) P P の場合、2 T から 8 T の記録マークがあることから、8 T マーク／スペースに対応する周波数においても所望のフィルタ特性を実現するため、F I R フィルタを用いて構成する場合、1 6 T 幅以上の範囲でタップ係数を有する構成が望ましい。

[0173] [パターン N S T 6 H]

図 7 7 に示すパターン N S T 6 H は、6 チャンネルの他の例である。中央領域をラジアル方向にさらに 3 領域に分割したパターンである。すなわち、ラジアル方向の外側の領域 A (= A 1 + A 2) と、タンジェンシャル方向の上部の領域 E と、下部の領域 F と、中央部の 3 つの領域 B , C , D とにビームが分割される。中央部の 3 つの領域は、領域 A 1 に近い側が領域 B、領域 A 2 に近い側が領域 D、そして最も中央の領域が領域 C となっており、各領域と対応する 6 チャンネルの信号が得られる。ここで、中央領域のラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を 1.0 としたときに、 ± 0.25 および ± 0.70 となる位置とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 ± 0.40 となる位置とした。

[0174] 図 7 8 は、6 チャンネルの場合のシミュレーション結果を示す。I V N S T 6 (N S T 6 も同様) を N S T 6 H に変更すると、ラジアル方向の外側チャンネルの面積 (光量) が大きいこと、並びにタンジェンシャル方向の外側チャンネルの面積 (光量) が大きいことが高線密度化にとって効果的である。

[0175] [パターン I V T S P 5] (特性を維持してチャンネル数を削減する)

上述したように、図 6 0 (図 7 9) に示すパターン I V N S T 6 は、ほぼすべての特性において最良解となっている。しかしながら、信号処理回路の消費電力や入力ピン数、回路規模等の制約によりチャンネル数を削減したほうが望ましい場合もある。パターン I V T S P 5 は、特性を維持してチャンネル数を 6 チャンネルから 5 チャンネルへ削減するものである。ここで、ラジ

ル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、 ± 0.25 、 ± 0.5 および ± 0.7 となる位置とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 ± 0.45 、 ± 0.65 となる位置とした。

[0176] チャンネル数の削減方法について述べると、パターン I V N S T 6 における A ~ F の 6 チャンネルのうち、A, E, F はそのままとし、C の信号を B および D に分配して 5 チャンネルとする。すなわち、チャンネル B の信号は、 $B + (K_s \times C)$ とし、チャンネル D の信号は、 $D + (K_s \times C)$ とする。このようにチャンネル数を削減したものをパターン I V T S P 5 と称する。

[0177] 上述したパターン I V T S P 5 に対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は、上述した「低線密度」としている場合と同様に以下の通りである。

・ LD35.18(GB) ・ ・ ・ $0.053 \mu\text{m}/\text{channel bit}$

・ $T_p = 0.225 \mu\text{m}$ (ランド、グループのそれぞれが)

面容量 50.0GB となる。

・ NA=0.85 ・ PR(1233321) ・ 評価指標 : e-MLSE

・ マーク幅 = $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noise あり

[0178] 「再生性能」

パターン I V T S P 5 に関しての再生性能のシミュレーション結果を図 80 乃至図 84 に示す。各図において、e-MLSE は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

[0179] 図 80 は、パターン I V T S P 5 s 0.5 と、パターン I V T S P 5 s 1.0 と、上述したパターン I V N S T 6 と、上述したパターン I V T 4 とに関して、ラジアルコマ収差マージンを示す。縦軸は、上述した他のグラフと同様に指標 e-MLSE であり、横軸が正規化されたラジアルコマ収差 W_3 1 である。I V T S P 5 s 0.5 は、I V T S P 5 において、 $K_s = 0.5$ のときを意味する。I V T S P 5 s 1.0 は、I V T S P 5 において、 $K_s = 1.0$ のときを意味する。

[0180] 図 81 は、パターン I V T S P 5 s 0.5 と、パターン I V T S P 5 s 1

、0と、パターン1VNST6と、パターン1VT4とに関して、デフォーカスマージンを示す。図81のグラフの横軸は、波長によって正規化されたデフォーカス量 $W20$ である。0の値がデフォーカス量が0を意味している。実際の再生時には、デフォーカスが発生するので、デフォーカスに対してのマージンを持つことが必要とされる。

[0181] (正規化されたデフォーカス量対指標)のグラフにおいて、 $e-MLSE$ の値が小さいほど再生性能が高いことを意味する。一例として、 $e-MLSE$ の値がほぼ0.15以下であることが好ましい。したがって、デフォーカスマージンは、 $e-MLSE$ の値がほぼ0.15以下となる範囲の幅と対応している。この幅が大きいほど、デフォーカスマージンが大である。

[0182] 図82は、パターン1VTSP5s0.5と、パターン1VTSP5s1.0と、パターン1VNST6と、パターン1VT4とに関して、球面収差SAのマージンを示す。図82のグラフの横軸は、正規化された球面収差量 $W40$ である。

[0183] 図83は、パターン1VTSP5s0.5と、パターン1VTSP5s1.0と、パターン1VNST6と、パターン1VT4とに関して、タンジェンシャルコマ収差マージンを示す。図83のグラフの横軸は、正規化されたタンジェンシャルコマ収差量 $W3-1$ である。

[0184] 図84は、パターン1VTSP5s0.5と、パターン1VTSP5s1.0と、パターン1VNST6と、パターン1VT4とに関して、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。図84のグラフの横軸は、正規化されたシフト量である。

[0185] これらの特性から分かるように、領域間の信号の比率(Ks)を変化させると、「デフォーカスマージン、タンジェンシャルコマ収差マージン」と、「ラジアルコマ収差マージンと球面収差マージン」とがトレードオフの関係になっていることが分かる。メディア等の違いにより、複数の Ks を切り替えて用いることも可能である。

[0186] さらに、1VTSP5において、B、C、Dの単純な比率が(B:C:D

$= 1 : 2 K_s : 1$) となる。パターン I V N S T 6 の上述したフィルタ特性に基づいて考えると、ラジアルコマ収差マージンや球面収差マージンは、C を相対的に強めるほうがいいことから、 $(K_s > 0.5)$ とするとその2つのマージンに有利となるはずである。 $K_s = 0.5$ および $K_s = 1.0$ のグラフからわかるように、シミュレーション結果もそうになっている。

[0187] [パターン I V T S M 4] (特性を維持してチャンネル数を削減する)

I V T 4 に対して、I V N S T 6 は、各種特性が改善しているが、ラジアルコマ収差マージン、球面収差マージンは、上述した I V N S T 6 から I V T S P 5 への変換における考え方と同様な考え方で改善可能である。特性を維持してチャンネル数を6チャンネルから4チャンネルへ削減するパターン I V T S M 4 について説明する。図 8 5 に示すように、中央の領域 (B, C, D) に光学的または電氣的に重みづけをすることが効果的である。ここで、ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、 ± 0.25 、 ± 0.5 および ± 0.7 となる位置とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 ± 0.45 、 ± 0.65 となる位置とした。

[0188] チャンネル数の削減方法について述べると、パターン I V N S T 6 における A ~ F の6チャンネルのうち、A, E, F はそのままとし、チャンネル B, C, D の信号は、 $(C + K_{sm} \times B + K_{sm} \times D)$ として一つのチャンネルとする。このようにチャンネル数を削減したものをパターン I V T S M 4 と称する。

[0189] 上述したパターン I V T S M 4 に対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は、上述した「低線密度」としている場合と同様に以下の通りである。各図において、e-MLSE は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

・ LD35.18(GB) ・ ・ ・ $0.053 \mu\text{m}/\text{channel bit}$

・ $T_p = 0.225 \mu\text{m}$ (ランド、グループのそれぞれが)

面容量50.0GBとなる。

・ NA=0.85

・ PR(1233321)

・ 評価指標 : e-MLSE

・ マーク幅= $Tp \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noiseあり

[0190] 「再生性能」

パターン I V T S M 4 についての再生性能のシミュレーション結果を図 8 6 乃至図 9 0 に示す。各図において、 $e - M L S E$ は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

[0191] 図 8 6 は、パターン I V T S M 4 s 0. 7 と、上述したパターン I V T 4 とに関して、ラジアルコマ収差マージンを示す。縦軸は、上述した他のグラフと同様に指標 $e - M L S E$ であり、横軸が正規化されたラジアルコマ収差 $W 3 1$ である。I V T S M 4 s 0. 7 は、I V T S M 4 において、 $K s m = 0. 7$ のときを意味する。

[0192] 図 8 7 は、パターン I V T S M 4 s 0. 7 と、パターン I V T 4 とに関して、デフォーカスマージンを示す。図 8 7 のグラフの横軸は、波長によって正規化されたデフォーカス量 $W 2 0$ である。

[0193] 図 8 8 は、パターン I V T S M 4 s 0. 7 と、パターン I V T 4 とに関して、球面収差 $S A$ のマージンを示す。図 8 8 のグラフの横軸は、正規化された球面収差量 $W 4 0$ である。

[0194] 図 8 9 は、パターン I V T S M 4 s 0. 7 と、パターン I V T 4 とに関して、タンジェンシャルコマ収差マージンを示す。図 8 9 のグラフの横軸は、正規化されたタンジェンシャルコマ収差量 $W 3 - 1$ である。

[0195] 図 9 0 は、パターン I V T S M 4 s 0. 7 と、パターン I V T 4 とに関して、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。図 9 0 のグラフの横軸は、正規化されたシフト量である。

[0196] これらの特性から分かるように、ラジアルコマ収差マージン、球面収差マージンが改善するかわりに、デフォーカスマージン、タンジェンシャルコマ収差マージンはやや狭くなる。ただし、I V T 4 で劣化が目立っていたラジアル方向のパターンシフトは改善しない。この場合も、メディア等の違いにより、複数の $K s m$ を切り替えて用いることも可能である。

[0197] [パターン I V N S 5] (特性を維持してチャンネル数を削減する)

線密度がそれほど高くない場合には、タンジェンシャル方向の中心位置が異なるチャンネルもたなくても、所望の特性が得られる。すなわち、図 9 1 に示すように、パターン I V N S T 6 のタンジェンシャル方向の 2 チャンネル（E および F）を 1 チャンネル（E）に統合する。チャンネル F の領域 F 1, F 2, F 3 をチャンネル E の領域 E 4, E 5, E 6 とする。このようにチャンネル数を削減したものをパターン I V N S 5 と称する。ここで、ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を 1.0 としたときに、 ± 0.25 、 ± 0.5 および ± 0.7 となる位置とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 ± 0.45 、 ± 0.65 となる位置とした。

[0198] 上述したパターン I V N S 5 に対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は、上述した「低線密度」としている場合と同様に以下の通りである。各図において、e-MLSE は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

・ LD35.18(GB) ・ ・ ・ $0.053 \mu\text{m}/\text{channel bit}$

・ $T_p = 0.225 \mu\text{m}$ （ランド、グループのそれぞれが）

面容量 50.0GB となる。

・ NA=0.85 ・ PR(1233321) ・ 評価指標：e-MLSE

・ マーク幅 = $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noise あり

[0199] 「再生性能」

パターン I V N S 5 に関する再生性能のシミュレーション結果を図 9 2 乃至図 9 6 に示す。各図において、e-MLSE は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

[0200] 図 9 2 は、パターン I V N S 5 と、上述したパターン I V T 4 と、上述したパターン I V N S T 6 に関して、ラジアルコマ収差マージンを示す。縦軸は、上述した他のグラフと同様に指標 e-MLSE であり、横軸が正規化されたラジアルコマ収差 W_{31} である。

[0201] 図 9 3 は、パターン I V N S 5 と、パターン I V T 4 と、パターン I V N S T 6 とに関して、デフォーカスマージンを示す。図 9 3 のグラフの横軸は

、波長によって正規化されたデフォーカス量 W_{20} である。

[0202] 図94は、パターンI V N S 5と、パターンI V T 4と、パターンI V N S T 6とに関して、球面収差S Aのマーヅンを示す。図94のグラフの横軸は、正規化された球面収差量 W_{40} である。

[0203] 図95は、パターンI V N S 5と、パターンI V T 4と、パターンI V N S T 6とに関して、タンヅエンシャルコマ収差マーヅンを示す。図89のグラフの横軸は、正規化されたタンヅエンシャルコマ収差量 W_{3-1} である。

[0204] 図96は、パターンI V N S 5と、パターンI V T 4と、パターンI V N S T 6とに関して、ラヅアル方向にパターンがシフトした場合のマーヅンを示す。図96のグラフの横軸は、正規化されたシフト量である。

[0205] これらの特性から分かるように、線密度がそれほど高くない場合には、タンヅエンシャル方向の中心位置が異なるチャンネルを持たない場合でも、所望の特性が得られる。

[0206] 「パターンI V N S 5に最適な電気フィルタ」

上述したパターンI V N S 5に最適な電気フィルタについて説明する。図92において、 $W_{31} = 0$ のとき、すなわち摂動原点における電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図99に示す。電気フィルタは、F I Rフィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合の領域A～Eと対応する各チャンネルの周波数振幅特性は、図100に示すものとなる。さらに、 $W_{31} = -0.16$ のときの電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図97に示す。このように係数を設定した場合のA～Eの各チャンネルの周波数振幅特性は、図98に示すものとなる。

[0207] 図99及び図100に示す、摂動原点におけるI V N S 5のフィルタ特性は、下記のような特徴を有する。タンヅエンシャル方向の外側の領域に対応するE、ラヅアル方向外側の領域に対応するAのフィルタ特性は、図15及び図16に示したH 3 Aにおけるタンヅエンシャル方向の外側の領域、ラヅアル方向外側の領域のフィルタ特性と類似した特性となっている。ラヅアル方向に3分割された中央領域B, C, Dに関しては、上記のI V N S T 6で

は摂動原点では3領域B, C, Dに大きな差がなかったのとは異なり、摂動原点で既に、最も中央の領域Cと、その横のB及びDのフィルタ特性に差をもたせている。中央の領域Cは、H3Aにおける中央領域に類似した、4T信号に相当する周波数帯（横軸の値32の近傍）を遮断するとともに、3T信号に相当する周波数帯（横軸の値43の近傍）で他のチャンネルと位相が180deg反転するようになっている（図99の中心付近のタップからもわかる）。それに対して、B及びDはIVNST6のB及びDに類似したフィルタ特性になっている。

[0208] ラジアルコマ収差が発生しているときの各チャンネルのタップ係数を示した図97及び周波数振幅特性を示した図98を、摂動原点における各チャンネルのタップ係数を示した図99、周波数振幅特性を示した図100の特性と比較すると分かるように、 $W31 = -0.16$ のラジアルコマ収差が生じた際には、IVNST6の場合と同様に、B, C, Dの中央部3チャンネルのうち、C（最中央）を強め、BとDとをかなり弱めるようなフィルタとなっている。これにより、パターンIVNS5において、IVNST6に近い良好なラジアルディスクキューマージンが実現できている。

[0209] 図94の球面収差SAの特性において、 $W40 = -0.20$ のときの電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図101に示す。電気フィルタは、FIRフィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合のA～Eの各チャンネルの周波数振幅特性は、図102に示すものとなる。

[0210] 図94の球面収差SAの特性において、 $W40 = -0.20$ のときの電気フィルタの31タップの係数の値の一例を図101に示す。電気フィルタは、FIRフィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合のA～Eの各チャンネルの周波数振幅特性は、図102に示すものとなる。

[0211] 球面収差が生じている状態における各チャンネルのタップ係数を示した図101及び周波数振幅特性を示した図102を、摂動原点における各チャンネルのタップ係数を示した図99、周波数振幅特性を示した図100の特性と比較すると分かるように、 $W40 = -0.20$ の球面収差が生じた際には、B

、C、Dの中央部3チャンネルのうち、C（最中央）を強めるようなフィルタとなっている。

[0212] 摂動原点における特性を表す図100と、ラジアルコマ収差が生じている状態における特性を表す図98との比較、球面収差が生じている状態における特性を表す図102との比較からわかるように、パターン1VNS5の場合も、1VNST6の場合と同様、中央部をB、C、Dの3チャンネルに分けることで、ラジアルコマ収差および球面収差に対するマージンを拡大することが実現されている。1VNS5の場合は、1VNST6よりもさらに明確に、摂動中心の状態で既にC（最中央）とB、Dとでフィルタの周波数特性を異ならせている。加えてラジアルコマ収差 $W31 = -0.16$ のときや、球面収差 $W40 = -20$ のときには、C（最中央）とB、Dとでフィルタの周波数特性をさらに変化させている。

[0213] 「電気フィルタ特性の変化を用いた摂動・収差検出」

上記のように、1VNS5においても、1VNST6と同様に、摂動あるいは収差がある状態においては、その摂動あるいは収差の種類によって、各チャンネルのフィルタ特性（タップ係数）に特徴的な変化があらわれる（表2参照）。

[0214] [表2]

チャンネル	ラジアルコマ収差($W31$)	球面収差($W40$)
A		
B	弱める(DOWN)	
C	強める(UP)	強める(UP)
D	弱める(DOWN)	
E		

[0215] 摂動の種類及び大きさによって各チャンネルのフィルタ特性（タップ係数）の変化が異なるため、フィルタ特性（タップ係数）からその状態において、どのような摂動が生じているのか、またその程度はどうかを検出可能であり、フィルタ特性（タップ係数）の摂動原点からのずれ要因を解消するように調整することが可能である。

[0216] [パターン I V S P 4] (特性を維持してチャンネル数を削減する)

I V N S T 6 を基に I V T S P 5 を考えたのと同様に、I V N S 5 を基に I V S P 4 を考えることができる。すなわち、中央の領域 C を光学的または電氣的にシェアする方式により、信号処理回路の消費電力や入力ピン数、回路規模等の制約によりチャンネル数を削減することが可能となる。

[0217] チャンネル数の削減方法について述べると、パターン I V N S 5 (図 9 1 参照) における A ~ E の 5 チャンネルのうち、A, E はそのままとし、C の信号を B および D に分配して 4 チャンネルとする。すなわち、チャンネル B の信号は、 $B + (K_s \times C)$ とし、チャンネル D の信号は、 $D + (K_s \times C)$ とする。このようにチャンネル数を削減したものをパターン I V S P 4 と称する。

[0218] 上述したパターン I V S P 4 に対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は、上述した「低線密度」としている場合と同様に以下の通りである。

・ LD35.18(GB) ・ ・ ・ $0.053 \mu\text{m}/\text{channel bit}$

・ $T_p = 0.225 \mu\text{m}$ (ランド、グループのそれぞれが)

面容量 50.0GB となる。

・ NA=0.85 ・ PR(1233321) ・ 評価指標 : e-MLSE

・ マーク幅 = $T_p \times 0.7$ ・ Disc Noise, Amp Noise あり

[0219] 「再生性能」

パターン I V S P 4 に関する再生性能のシミュレーション結果を図 1 0 3 乃至図 1 1 1 に示す。各図において、e-MLSE は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

[0220] 図 1 0 3 は、I V S P 4 s 0.5 と、I V S P 4 s 0.7 と、I V S P 4 s 1.0 と、I V S P 4 s 2.0 と、上述したパターン I V N S 5 と、上述したパターン I V T 4 とに関して、ラジアルコマ収差マージンを示す。縦軸は、上述した他のグラフと同様に指標 e-MLSE であり、横軸が正規化されたラジアルコマ収差 W31 である。I V S P 4 s 0.5 は、I V S P 4 に

において、 $K_s = 0.5$ のときを意味する。 $IVSP4 \leq 0.7$ は、 $IVSP4$ において、 $K_s = 0.7$ のときを意味する。 $IVSP4 \leq 1.0$ は、 $IVSP4$ において、 $K_s = 1.0$ のときを意味する。 $IVSP4 \leq 2.0$ は、 $IVSP4$ において、 $K_s = 2.0$ のときを意味する。

[0221] 図104は、係数 K_s に対するラジアルコマ収差マージンの依存性を示している。ラジアルコマ収差マージンは、 K_s が小さい方向で劣化が顕著である。 $K_s = 1$ 付近が最良となる。

[0222] 図105は、 $IVSP4 \leq 0.5$ と、 $IVSP4 \leq 0.7$ と、 $IVSP4 \leq 1.0$ と、 $IVSP4 \leq 2.0$ と、 $IVNS5$ と、 $IVT4$ とに関して、デフォーカスマージンを示す。図105のグラフの横軸は、波長によって正規化されたデフォーカス量 $W20$ である。

[0223] 図106は、係数 K_s に対するデフォーカスマージンの依存性を示している。デフォーカスマージンは、 K_s が小さいほうが良好である。

[0224] 図107は、 $IVSP4 \leq 0.5$ と、 $IVSP4 \leq 0.7$ と、 $IVSP4 \leq 1.0$ と、 $IVSP4 \leq 2.0$ と、 $IVNS5$ と、 $IVT4$ とに関して、球面収差 SA のマージンを示す。図107のグラフの横軸は、正規化された球面収差量 $W40$ である。

[0225] 図108は、係数 K_s に対する球面収差マージンの依存性を示している。球面収差マージンは、 K_s が大きいほうが良好である。

[0226] 図109は、 $IVSP4 \leq 0.5$ と、 $IVSP4 \leq 1.0$ と、 $IVNS5$ と、 $IVT4$ とに関して、タンジェンシャルコマ収差マージンを示す。図109のグラフの横軸は、正規化されたタンジェンシャルコマ収差量 $W3-1$ である。

[0227] 図110は、 $IVSP4 \leq 0.5$ と、 $IVSP4 \leq 0.7$ と、 $IVSP4 \leq 1.0$ と、 $IVSP4 \leq 2.0$ と、 $IVNS5$ と、 $IVT4$ とに関して、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。図110のグラフの横軸は、正規化されたシフト量である。図111も同様に、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。図110と比較して、

縦軸（ $e-MLSE$ ）が拡大されており、各グラフの判別が容易とされている。

[0228] これらの特性から分かるように、領域間の信号の比率（ K_s ）を変化させると、「デフォーカスマージン、タンジェンシャルコマ収差マージン」と、「ラジアルコマ収差マージンと球面収差マージン」とがトレードオフの関係になっていることが分かる。メディア等の違いにより、複数の K_s を切り替えて用いることも可能である。

[0229] [パターン I V o s 4]（特性を維持してチャンネル数を削減する）

I V S P 4と同様に I V N S 5における中央の領域Cを光学的または電氣的にシェアする方式により、信号処理回路の消費電力や入力ピン数、回路規模等の制約によりチャンネル数を削減することが可能となる。

[0230] チャンネル数の削減方法について述べると、パターン I V N S 5（図91参照）におけるA～Eの5チャンネルのうち、A、Eはそのままとし、Cの信号をBおよびDに分配して4チャンネルとする。すなわち、チャンネルBの信号は、 $B + (K_{s1} \times C)$ とし、チャンネルDの信号は、 $D + (K_{s2} \times C)$ （ $K_{s1} \neq K_{s2}$ ）とする。（ $K_{s1} = 0$ 、 $K_{s2} = 1$ ）の場合には、図112に示すようなパターン分割と同様となる。このようにチャンネル数を削減したものをパターン I V o s 4と称する。ここで、ラジアル方向の領域分割位置は、瞳半径を1.0としたときに、 ± 0.25 、 ± 0.5 および ± 0.7 となる位置とし、タンジェンシャル方向の領域分割位置は、 ± 0.45 、 ± 0.65 となる位置とした。

[0231] 上述したパターン I V o s 4に対するシミュレーション結果に基づき説明を行う。シミュレーション条件は、上述した「低線密度」としている場合と同様に以下の通りである。

・ LD35.18(GB)・・・ $0.053\mu m/\text{channel bit}$

・ $T_p = 0.225\mu m$ （ランド、グループのそれぞれが）

面容量50.0GBとなる。

・ NA=0.85

・ PR(1233321)

・ 評価指標： $e-MLSE$

・マーク幅= $Tp \times 0.7$ ・Disc Noise, Amp Noiseあり

[0232] 「再生性能」

パターン I V o s 4 に関する再生性能のシミュレーション結果を図 1 1 3 乃至図 1 1 8 に示す。各図において、 $e - MLSE$ は、領域分割を行わない場合の特性を示す。

[0233] 図 1 1 3 は、I V o s 4 と、I V S P 4 s 0. 5 と、I V S P 4 s 1. 0 と、I V N S 5 と、I V T 4 とに関して、ラジアルコマ収差マージンを示す。縦軸は、上述した他のグラフと同様に指標 $e - MLSE$ であり、横軸が正規化されたラジアルコマ収差 $W31$ である。I V o s 4 は、($Ks1 = 0$, $Ks2 = 1$) の場合の特性を示す。

[0234] 図 1 1 4 は、I V o s 4 と、I V S P 4 s 0. 5 と、I V S P 4 s 1. 0 と、I V N S 5 と、I V T 4 とに関して、デフォーカスマージンを示す。図 1 1 4 のグラフの横軸は、波長によって正規化されたデフォーカス量 $W20$ である。

[0235] 図 1 1 5 は、I V o s 4 と、I V S P 4 s 0. 5 と、I V S P 4 s 1. 0 と、I V N S 5 と、I V T 4 とに関して、球面収差 SA のマージンを示す。図 1 1 5 のグラフの横軸は、正規化された球面収差量 $W40$ である。

[0236] 図 1 1 6 は、I V o s 4 と、I V S P 4 s 0. 5 と、I V S P 4 s 1. 0 と、I V N S 5 と、I V T 4 とに関して、タンジェンシャルコマ収差マージンを示す。図 1 1 6 のグラフの横軸は、正規化されたタンジェンシャルコマ収差量 $W3-1$ である。

[0237] 図 1 1 7 は、I V o s 4 と、I V S P 4 s 0. 5 と、I V S P 4 s 1. 0 と、I V N S 5 と、I V T 4 とに関して、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。図 1 1 7 のグラフの横軸は、正規化されたシフト量である。図 1 1 8 も同様に、ラジアル方向にパターンがシフトした場合のマージンを示す。図 1 1 7 と比較して、縦軸 ($e - MLSE$) が拡大されており、各グラフの判別が容易とされている。

[0238] これらの特性から分かるように、I V o s 4 は、I V S P 4 s 0. 5 より

良好な特性もある。メディア等の違いにより、複数の K_s を切り替えて用いたり、 K_{s1} 、 K_{s2} のバランスを変えたりすることも可能である。

[0239] ここまで、 $IVT4$ の中央領域をラジアル方向に3分割した $IVNST6$ から、 $IVTSP5$ 、 $IVTSM4$ 、 $IVNS5$ 、 $IVSP4$ 、 $IVos4$ に至る流れを説明してきた。これらの関係を表にまとめると、表3のようになる。

[0240] [表3]

	IVT4	IVNST6	IVTSP5	IVTSM4	IVNS5	IVSP4	IVos4
channel 1	A	A	A	A	A	A	A
channel 2	$B + C + D$	B	$B + K_s \times C$	$C + K_{sm} \times B + K_{sm} \times D$	B	$B + K_s \times C$	$B + K_{s1} \times C$
channel 3	E	C	$D + K_s \times C$	E	C	$D + K_s \times C$	$D + K_{s2} \times C$
channel 4	F	D	E	F	D	$E + F$	$E + F$
channel 5		E	F		$E + F$		
channel 6		F					

[0241] 各チャンネルについて、表の中では演算式で表しているが、独立な信号として検出する必要はなく、検出素子で受光する際に同一受光部で検出してもよいし、別々に受光したのち、電氣的に演算してもよい。

[0242] [チャンネル数削減時の比率（係数）の制御によるデトラック特性の改善]

本開示において、チャンネル数を削減する場合に、 K_s 、 K_{sm} 、 K_{s1} 、 K_{s2} 等を使用し、必要に応じて係数を切り替えることを述べた。係数を乗じる処理は、光学的な減衰または電気信号処理によって可能である。すなわち、周波数特性を異ならせる必要がなく、比率のみを可変することは、液晶素子等の光学素子を使用する方法、または加減算アンプ等の電氣的手法で実現することができる。

[0243] チャンネル数を6チャンネルから4チャンネルへ削減するパターンの一例として $IVTSM4$ (図85) を説明したが、 $IVTSM4$ の中央部のB、C、D領域からなるチャンネルを変更したパターン $IVT4VG$ を例にして比率の制御による特性改善について説明する。パターン $IVT4VG$ は、パターン $IVNST6$ におけるA～Fの6チャンネルのうち、A（チャンネル1）、E（チャンネル3）、F（チャンネル4）はそのままとし、チャンネル2の信号は、次の重み付け加算の式によって形成する。

[0244] チャンネル2： $K_d \times B + C + (2 - K_d) \times D$ （但し、 $0 \leq K_d \leq 1$ ）

[0245] デトラック量を0nm、10nm、20nm、30nmの場合の K_d 対 $e-MLSE$ の関係のシミュレーション結果を図119に示す。デトラック量は、ビームスポットの中心とトラックの中心とのラジアル方向のずれの量である。例えばデトラック量が0nmの場合、すなわち、トラックずれがない場合では、($K_d = 1$) で $e-MLSE$ が最小となる。この場合のチャンネル2は、($B + C + D$) となる。さらに、デトラック量が[30nm]の場合では、($K_d = 0.25$ 付近) で $e-MLSE$ が最小となる。この場合のチャンネル2は、($0.25B + C + 1.75D$) となる。

[0246] このようなシミュレーション結果から $e-MLSE$ が最小となる係数 K_d

の値が分かるので、デトラック量対 K_d の関係を規定するテーブルまたは関係式を作成しておく。トラッキングエラー等を使用する等、何らかの方法でデトラック量を検出し、検出されたデトラック量をテーブルまたは関係式に適用して K_d を設定すれば、 $e - M L S E$ を最小とできる。すなわち、信号劣化を抑えることができる。

[0247] デトラック量を別に検出する方法に限らず、下記の式によって、係数 K_d を変化させても、信号劣化を抑えることができる。

$$K_d = 1 - \alpha (B - D) / (B + D)$$

[0248] 定数 α は、シミュレーション結果となるべく一致するように、 K_d が変化する値に設定される。一例として、($\alpha = 3.5$)に設定した場合の K_d の変化を図120に示す。図120において、(デトラック量=0nmで $K_d = 1$)、(デトラック量=10nmで $K_d = 0.77$)、(デトラック量=20nmで $K_d = 0.55$)、(デトラック量=30nmで $K_d = 0.33$)となる。図119に示すシミュレーション結果から分かるように、 K_d のかかる変化によって、信号劣化を減少させることができる。但し、 α の値は、他の値を使用しても良い。さらに、 $(B - D) / (B + D)$ の項の低域変化分を使用しても良い。なお、上式のように、RF信号BおよびDを使用して、他にデトラック量の検出回路および検出信号の供給経路を必要としないので、信号処理の構成を簡略化することが可能となる。

[0249] [領域分割パターンの他の例]

図60に示す領域分割パターンIVNST6では、中央部の領域をB、CおよびDの3つの領域にラジアル方向に分割している。図121に示すように、領域Cを省略して領域BおよびDを有する領域分割パターンとしても良い。領域BおよびDのそれぞれのRF信号を重み付け加算しても良い。さらに、領域BおよびDに代えて領域AをA1およびA2に分けて、A1およびA2のRF信号を重み付け加算しても良い。

[0250] 領域分割パターンIVT4VGおよび図121の領域分割パターンについて説明したが、これら以外の領域分割パターンであって、チャンネル数を削

減する場合に対しても本開示を適用することができる。さらに、以上の説明では、デトラック量によって重み付け加算の比率を変化させているが、視野移動（レンズシフト）に対応して比率を変化させるようにしても良い。

また、デフォーカスマージン、タンジェンシャルコマ収差マージン、ラジアルコマ収差マージンと球面収差マージン等を拡大するために、 K_s 、 K_{sm} 、 K_{s1} 、 K_{s2} 等を変化させるようにしてもよい。

[0251] さらに、表3に示す領域分割パターンのグループと同じ考え方で、T4の中央領域をラジアル方向に3分割したNST6から、TSP5、TSM4、NS5、SP4、os4を考えることができる。また、同様にHT4の中央領域をラジアル方向に3分割したHNST6（図122）から、HTSP5、HTSM4、HNS5、HSP4、Hos4を考えることができる。表にまとめると表4のようになる。基本的な分割パターンはそのままに、各種特性を考慮して分割位置は適宜変更してもよい。

[0252]

[表4]

	T4	NST6	TSP5	TSM4	NS5	SP4	os4
	HT4	HNST6	HTSP5	HTSM4	HNS5	HSP4	Hos4
channel 1	A	A	A	A	A	A	A
channel 2	$B + C + D$	B	$B + K_s \times C$	$C + K_{sm} \times B + K_{sm} \times D$	B	$B + K_s \times C$	$B + K_{s1} \times C$
channel 3	E	C	$D + K_s \times C$	E	C	$D + K_s \times C$	$D + K_{s2} \times C$
channel 4	F	D	E	F	D	$E + F$	$E + F$
channel 5		E	F		$E + F$		
channel 6		F					

[0253] また、H i 3 の中央領域をラジアル方向に3分割したH i NS 5（図1 2 3）から、H i SP 4、H i SM 3、H i os 4を考えることができる。表にまとめると表5のようになる。

[0254]

[表5]

	Hi3	HiNS5	HiSP4	HiSM3	Hios4
channel 1	A	A	A	A	A
channel 2	$B + C + D$	B	$B + K_s \times C$	$C + K_{sm} \times B + K_{sm} \times D$	$B + K_{s1} \times C$
channel 3	E	C	$D + K_s \times C$	E	$D + K_{s2} \times C$
channel 4		D	E		E
channel 5		E			

[0255] また、I V T 4 の考え方を T 4、H T 4、H i 3 系にそれぞれ適用して、V T 4（図 1 2 4）、V H T 4（図 1 2 5）、V H i 3（図 1 2 6）を考えることも可能である。さらに、これらをもとに、ラジアル方向への空間光学的に帯域の異なる領域の分割数を増やすことを考えてもよい。

[0256] [パターン N S T 6]（さらに高密度化した場合）

図 1 2 7 に分割パターン N S T 6 を示す（図 5 4 と同様）。この分割パターンにおいて、さらに、高密度化がなされた場合について説明する。すなわち、シミュレーション条件は、下記に示すものである。

[0257] ・ LD47(GB) ・ ・ ・ $0.03967 \mu\text{m}/\text{channel bit}$
 ・ $T_p=0.15 \mu\text{m}$ （ランド、グループのそれぞれが）
 面容量 100.3GB となる。
 ・ NA=0.91 ・ PR(1233321) ・ 評価指標：e-MLSE
 ・ マーク幅= $T_p \times 0.6$

[0258] この場合の電気フィルタの 3 1 タップの係数の値の一例を図 1 2 8 に示す。電気フィルタは、F I R フィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合の A ~ F の各チャンネルの周波数振幅特性は、図 1 2 9 に示すものとなる。光学フィルタを使用しない場合には、e - M L S E が 3 8 . 6 % となるのに対して、光学フィルタ（N S T 6）および電気フィルタを使用した場合には、e - M L S E が 8 . 6 % に改善される。

[0259] < 2 . 他の実施の形態 >

光ディスクから再生された信号は、理想信号に対して、線方向の高密度化

による符号間干渉の増大、並びにトラック方向の高密度化による隣接トラックからの信号の漏れ込みの増大によって、理想的な信号から大きく乖離したものとなっている。従来では、電気フィルタによってこの問題を解決している。例えばBDXL（登録商標）では、33.4GB/Lが実現されている。

[0260] 本開示による高密度記録された信号を再生する構成は、図130に示すものとなる。すなわち、光学フィルタ131に再生信号を供給し、光学フィルタ131によって、空間光学的に線密度方向および／またはトラック密度方向に帯域の異なる複数の信号に分離する。分離した複数の信号例えば2つの信号をそれぞれに最適な電気フィルタ132および133に供給し、電気フィルタ132および133のそれぞれの出力を合算することにより出力信号を得ている。

[0261] 上述した一実施の形態では、光学フィルタが複数の領域に分割され、各分割領域から得られる複数チャンネルの信号をそれぞれ電気フィルタに供給する構成であった。他の実施の形態は、光学フィルタとしてビームスプリッタを用いる例である。

[0262] 図131に示すように、光源121からのレーザビームが往路／復路分岐用のビームスプリッタ122および対物レンズ123を介してディスク124の面に照射される。ディスク124からの戻りビームがビームスプリッタ122において反射され、光学フィルタ用のビームスプリッタ125に入射される。なお、図131は、説明上必要な最小限の光学要素を示すものである。

[0263] ビームスプリッタ125によって反射されたビームが受光素子126Aによって電気信号に変換され、ビームスプリッタ125を透過したビームが受光素子126Bによって電気信号に変換される。ビームスプリッタ125は、入射角度依存性を有し、入射角度依存性を利用して瞳内を空間光学的に分離する。図132は、ビームスプリッタ125の反射特性を示す。図132において、縦軸が反射率であり、横軸が半径位置である。半径位置は、瞳半

径を 1 としたときのラジアル方向の半径位置である。

[0264] 図 1 3 2 および図 1 3 3 から分かるように、ビームスプリッタ 1 2 5 の（半径位置 = 0）に入射したレーザ光は、殆ど透過して受光素子 1 2 6 B に導かれる。（半径位置 = ± 1 、0）に入射したレーザ光は、殆ど反射して受光素子 1 2 6 A に導かれる。このように、ビームが分離されるが、上述した一実施の形態と異なり、受光素子 1 2 6 A および 1 2 6 B に導かれるビームは、互いに重複した部分を持つ。

[0265] さらに、図 1 3 1 の構成において、ビームスプリッタ 1 2 5 と受光素子 1 2 6 B との間にもう一段のビームスプリッタ 1 2 7（図 1 3 4 参照）を配置するようにしても良い。ビームスプリッタ 1 2 7 は、入射角度依存性を有する。ビームスプリッタ 1 2 7 は、受光素子 1 2 6 A に導かれるビームと受光素子 1 2 6 B に導かれるビームとに対して 90° 異なる角度にビームを導くものである。すなわち、図 1 3 1 において、紙面の裏から表に向かう方向にビームを導き、受光素子 1 2 6 C に受光させる。

[0266] 「電気フィルタの特性」

図 1 3 1 に示すように、受光素子 1 2 6 A および 1 2 6 B によってそれぞれ変換された電気信号が供給される電気フィルタの特性を図 1 3 5 および図 1 3 6 に示す。図 1 3 5 は、電気フィルタの 3 1 タップの係数の値の一例を示す。電気フィルタは、FIR フィルタの構成とされている。このように係数を設定した場合の反射光側フィルタおよび透過光側フィルタのそれぞれの周波数振幅特性は、図 1 3 6 に示すものとなる。

[0267] さらに、図 1 3 1 の構成に対して図 1 3 4 のビームスプリッタを組み合わせる 2 段構成の場合に好適な電気フィルタの 3 1 タップの係数の一例を図 1 3 7 に示す。A で示すものは、受光素子 1 2 6 A の係数であり、B で示すものは、受光素子 1 2 6 B の出力が供給されるフィルタの係数であり、C で示すものは、受光素子 1 2 6 C の出力が供給されるフィルタの係数である。このように係数を設定した場合の反射光側フィルタおよび透過光側フィルタのそれぞれの周波数振幅特性は、図 1 3 8 に示すものとなる。

[0268] なお、上述した例では、光学フィルタとして入射角度依存性を有するビームスプリッタを使用しているが、ビームを半波長板に入射し、半波長板の出力光を偏光ビームスプリッタに入射させる構成を採用しても良い。この場合、半波長板の光学軸方位が2次元平面で異なった分布を持つものとされている。その結果、半波長板に対する入射位置によって異なる偏光を行い、入力ビームを偏光ビームスプリッタによって二つに分離することができる。

[0269] なお、本開示は、以下のような構成も取ることができる。

(1)

複数トラックが形成される光媒体を光学的に再生する光媒体再生装置であって、

光媒体から戻る、ビームの断面を複数の領域に分割し、ラジアル方向の外側の前記領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、タンジェンシャル方向に位置の異なる前記領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、それ以外の前記領域に対応する一つのチャンネルとに分割し、前記チャンネルのそれぞれの検出信号を形成し、前記チャンネルの検出信号を形成する場合に、少なくとも一つのチャンネルの検出信号を前記複数の領域の中の所定の領域の信号を重み付け加算することによって形成する検出部と、

複数のチャンネルの検出信号がそれぞれ供給される複数のイコライザユニットを有し、前記複数のチャンネルの検出信号をもとに、等化信号を形成する多入力イコライザ部と、

前記等化信号について2値化処理を行って2値データを得る2値化部とを備える

光媒体再生装置。

(2)

前記多入力イコライザ部が多入力適応イコライザ部の構成とされ、

前記2値化部の2値検出結果に基づいて得られる等化目標信号と、前記多入力適応イコライザ部から出力される等化信号とから等化誤差を求め、該等化誤差を、前記適応イコライザユニットに適応等化のための制御信号として

供給する等化誤差演算部と

を有する（１）に記載の光媒体再生装置。

（３）

前記多入力適応イコライザ部は、前記複数の領域の検出信号をもとにパースナルレスポンス等化処理を行い、

前記２値化部は、前記多入力適応イコライザ部の等化信号についての２値化処理として最尤復号処理を行い、

前記等化誤差演算部は、前記最尤復号による２値検出結果の畳込処理で得られる等化目標信号と、前記多入力適応イコライザ部から出力される等化信号とを用いた演算により等化誤差を求める（２）に記載の光媒体再生装置。

（４）

前記重み付けの比率を設定する係数の値をラジアルコマ収差または球面収差による信号劣化を減少させるように制御する（１）または（２）に記載の光媒体再生装置。

（５）

前記重み付けの比率を設定する係数の値をデフォーカスまたはタンジェンシャルコマ収差による信号劣化を減少させるように制御する（１）または（２）に記載の光媒体再生装置。

（６）

前記重み付けの比率を設定する係数の値をデトラックまたは視差移動による信号劣化を減少させるように制御する（１）または（２）に記載の光媒体再生装置。

（７）

前記検出部は、前記複数の領域と対応して分割されたディテクタを有し、
前記光検出器から前記複数の領域の検出信号を取り出すようになされた（１）乃至（６）の何れかに記載の光媒体再生装置。

（８）

対物レンズを通過し、ディテクタに至る光路中に、前記複数の領域を分離

するための光路変換素子を配置し、前記光路変換素子によって分離された複数のビームを異なるディテクタにそれぞれ入力する（１）乃至（７）の何れかに記載の光媒体再生装置。

（９）

前記光媒体は、ランドおよびグループが交互に形成されており、

前記ランドおよび前記グループの両方に情報を記録する（１）乃至（８）の何れかに記載の光媒体再生装置。

（１０）

複数トラックが形成される光媒体を光学的に再生する光媒体再生方法であって、

光媒体から戻る、ビームの断面を複数の領域に分割し、ラジアル方向の外側の前記領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、タンジェンシャル方向に位置の異なる前記領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、それ以外の前記領域に対応する一つのチャンネルとに分割し、検出部によって、前記チャンネルのそれぞれの検出信号を形成し、前記チャンネルの検出信号を形成する場合に、少なくとも一つのチャンネルの検出信号を前記複数の領域の中の所定の領域の信号を重み付け加算することによって形成し、

多入力コライザ部によって、前記複数のチャンネルの検出信号をもとに等化信号を形成し、

前記等化信号について２値化部によって２値化処理を行って２値データを得る

光媒体再生方法。

（１１）

複数トラックが形成される光媒体を光学的に再生する光媒体再生装置であって、

光媒体から戻る、ビームが入射され、空間光学的に線密度方向およびトラック密度方向に帯域の異なる複数の信号を形成する光学フィルタと、

前記光学フィルタによって形成される複数の信号がそれぞれ供給される複

数の電気フィルタとを備え、

前記複数の電気フィルタの出力を合成して再生信号を得る光媒体再生装置。

(12)

前記光学フィルタは、入射角度依存性を有するビームスプリッタである(11)に記載の光媒体再生装置。

(13)

前記複数のイコライザユニットにおいて使用されるFIRフィルタのタップ係数の分布によって、ラジアル収差または球面収差を検出する(1)に記載の光媒体再生装置。

(14)

前記複数のイコライザユニットにおいて使用されるFIRフィルタのタップ係数の分布によって、デフォーカスまたはタンジェンシャルコマ収差を検出する(1)に記載の光媒体再生装置。

(15)

前記複数のイコライザユニットにおいて使用されるFIRフィルタのタップ係数の分布によって、デトラックまたは視差移動を検出する(1)に記載の光媒体再生装置。

[0270] <3. 変形例>

以上、本開示の実施の形態について具体的に説明したが、上述の各実施の形態に限定されるものではなく、本開示の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、上述したレーザ光源の波長、トラックピッチ、記録線密度の数値等は、一例であって、他の数値を使用しても良い。さらに、再生性能を評価するための指標としては、上述したもの以外を使用しても良い。さらに、光ディスクに対して記録および再生の一方のみを行う光ディスク装置に対しても本開示を適用できる。

[0271] また、上述の実施の形態の構成、方法、工程、形状、材料および数値などは、本開示の主旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。

。例えば上述した第 1 の実施の形態と第 2 の実施の形態とを組み合わせるようにしても良い。

符号の説明

- [0272] 1 3 . . . 多入力適応イコライザ
1 4 . . . 2 値化検出器
1 5 . . . P R 畳込器
2 1 ~ 2 3 . . . 適応イコライザユニット
1 0 0 . . . 光ディスク
1 0 1 . . . 光ピックアップ
1 0 5 . . . データ検出処理部
1 2 5, 1 2 7 . . . ビームスプリッタ
1 2 6 A, 1 2 6 B, 1 2 6 C . . . 受光素子

請求の範囲

〔請求項1〕 複数トラックが形成される光媒体を光学的に再生する光媒体再生装置であって、

光媒体から戻る、ビームの断面を複数の領域に分割し、ラジアル方向の外側の前記領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、タンジェンシャル方向に位置の異なる前記領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、それ以外の前記領域に対応する一つのチャンネルとに分割し、前記チャンネルのそれぞれの検出信号を形成し、前記チャンネルの検出信号を形成する場合に、少なくとも一つのチャンネルの検出信号を前記複数の領域の中の所定の領域の信号を重み付け加算することによって形成する検出部と、

複数のチャンネルの検出信号がそれぞれ供給される複数のイコライザユニットを有し、前記複数のチャンネルの検出信号をもとに、等化信号を形成する多入力イコライザ部と、

前記等化信号について2値化処理を行って2値データを得る2値化部とを備える

光媒体再生装置。

〔請求項2〕 前記多入力イコライザ部が多入力適応イコライザ部の構成とされ、
前記2値化部の2値検出結果に基づいて得られる等化目標信号と、
前記多入力適応イコライザ部から出力される等化信号とから等化誤差を求め、該等化誤差を、前記適応イコライザユニットに適応等化のための制御信号として供給する等化誤差演算部と

を有する請求項1に記載の光媒体再生装置。

〔請求項3〕 前記多入力適応イコライザ部は、前記複数の領域の検出信号をもとにパーシャルレスポンス等化処理を行い、

前記2値化部は、前記多入力適応イコライザ部の等化信号についての2値化処理として最尤復号処理を行い、

前記等化誤差演算部は、前記最尤復号による2値検出結果の畳込処

理で得られる等化目標信号と、前記多入力適応イコライザ部から出力される等化信号とを用いた演算により等化誤差を求める請求項2に記載の光媒体再生装置。

[請求項4] 前記重み付けの比率を設定する係数の値をラジアルコマ収差または球面収差による信号劣化を減少させるように制御する請求項1に記載の光媒体再生装置。

[請求項5] 前記重み付けの比率を設定する係数の値をデフォーカスまたはタンジェンシャルコマ収差による信号劣化を減少させるように制御する請求項1に記載の光媒体再生装置。

[請求項6] 前記重み付けの比率を設定する係数の値をデトラックまたは視差移動による信号劣化を減少させるように制御する請求項1に記載の光媒体再生装置。

[請求項7] 前記検出部は、前記複数の領域と対応して分割されたディテクタを有し、

前記光検出器から前記複数の領域の検出信号を取り出すようになされた請求項1に記載の光媒体再生装置。

[請求項8] 対物レンズを通過し、ディテクタに至る光路中に、前記複数の領域を分離するための光路変換素子を配置し、前記光路変換素子によって分離された複数のビームを異なるディテクタにそれぞれ入力する請求項1に記載の光媒体再生装置。

[請求項9] 前記光媒体は、ランドおよびグルーブが交互に形成されており、前記ランドおよび前記グルーブの両方に情報を記録する請求項1に記載の光媒体再生装置。

[請求項10] 複数トラックが形成される光媒体を光学的に再生する光媒体再生方法であって、

光媒体から戻る、ビームの断面を複数の領域に分割し、ラジアル方向の外側の前記領域に対応する少なくとも一つのチャンネルと、タンジェンシャル方向に位置の異なる前記領域に対応する少なくとも一つ

のチャンネルと、それ以外の前記領域に対応する一つのチャンネルとに分割し、検出部によって、前記チャンネルのそれぞれの検出信号を形成し、前記チャンネルの検出信号を形成する場合に、少なくとも一つのチャンネルの検出信号を前記複数の領域の中の所定の領域の信号を重み付け加算することによって形成し、

多入力イコライザ部によって、前記複数のチャンネルの検出信号をもとに等化信号を形成し、

前記等化信号について2値化部によって2値化処理を行って2値データを得る

光媒体再生方法。

[請求項11] 複数トラックが形成される光媒体を光学的に再生する光媒体再生装置であって、

光媒体から戻る、ビームが入射され、空間光学的に線密度方向およびトラック密度方向に帯域の異なる複数の信号を形成する光学フィルタと、

前記光学フィルタによって形成される複数の信号がそれぞれ供給される複数の電気フィルタとを備え、

前記複数の電気フィルタの出力を合成して再生信号を得る光媒体再生装置。

[請求項12] 前記光学フィルタは、入射角度依存性を有するビームスプリッタである請求項11に記載の光媒体再生装置。

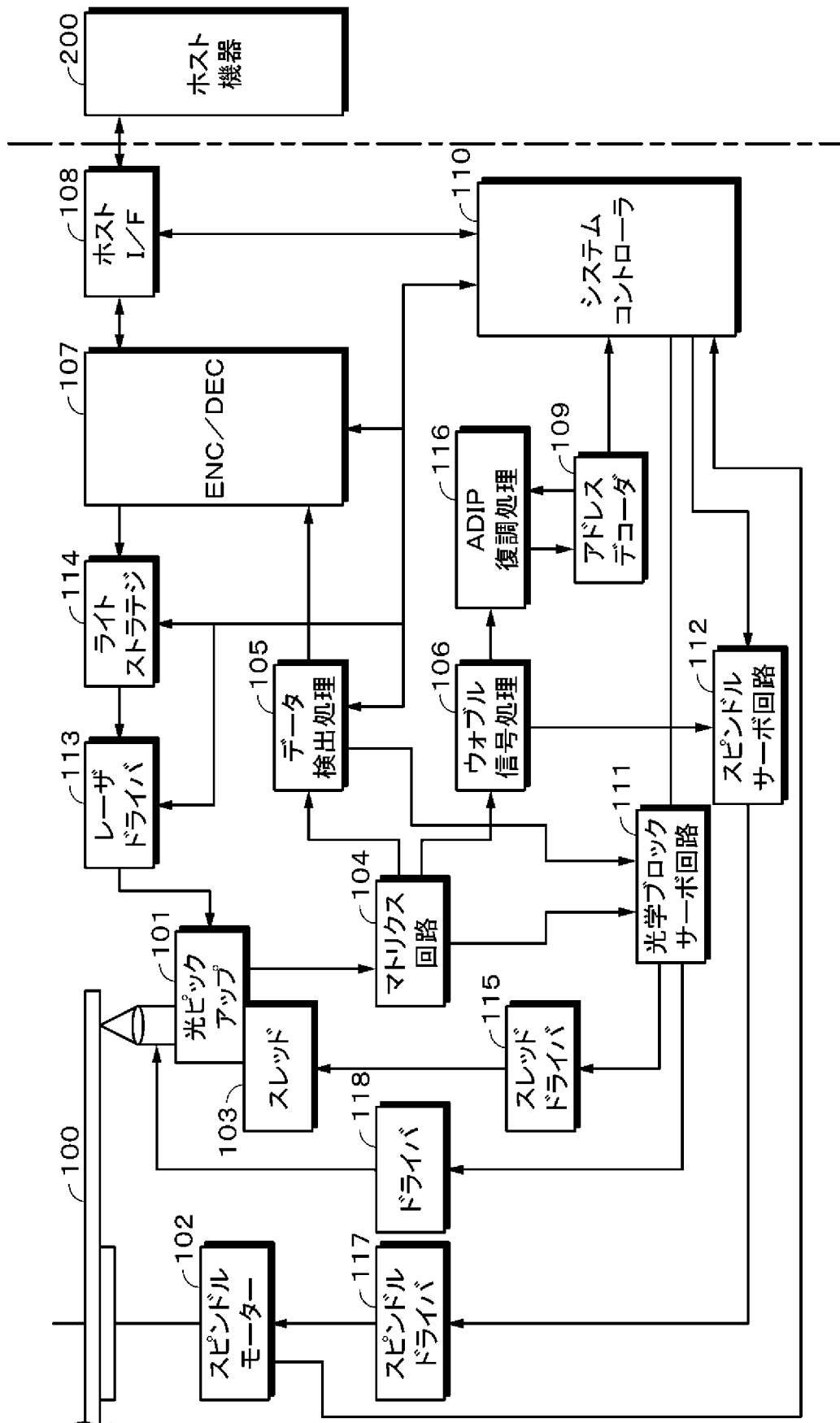
[請求項13] 前記複数のイコライザユニットにおいて使用されるFIRフィルタのタップ係数の分布によって、ラジアル収差または球面収差を検出する請求項11に記載の光媒体再生装置。

[請求項14] 前記複数のイコライザユニットにおいて使用されるFIRフィルタのタップ係数の分布によって、デフォーカスまたはタンジェンシャルコマ収差を検出する請求項11に記載の光媒体再生装置。

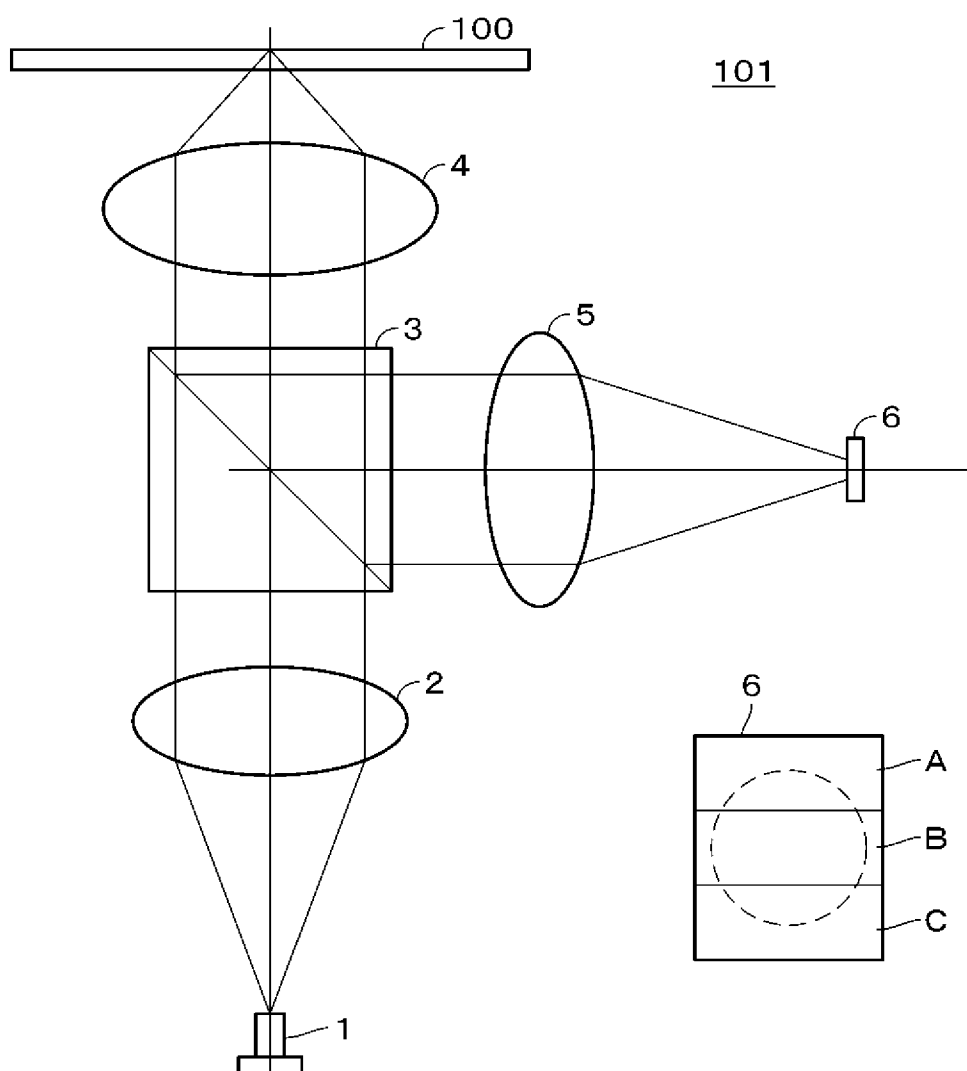
[請求項15] 前記複数のイコライザユニットにおいて使用されるFIRフィルタ

のタップ係数の分布によって、デトラックまたは視差移動を検出する
請求項 1 に記載の光媒体再生装置。

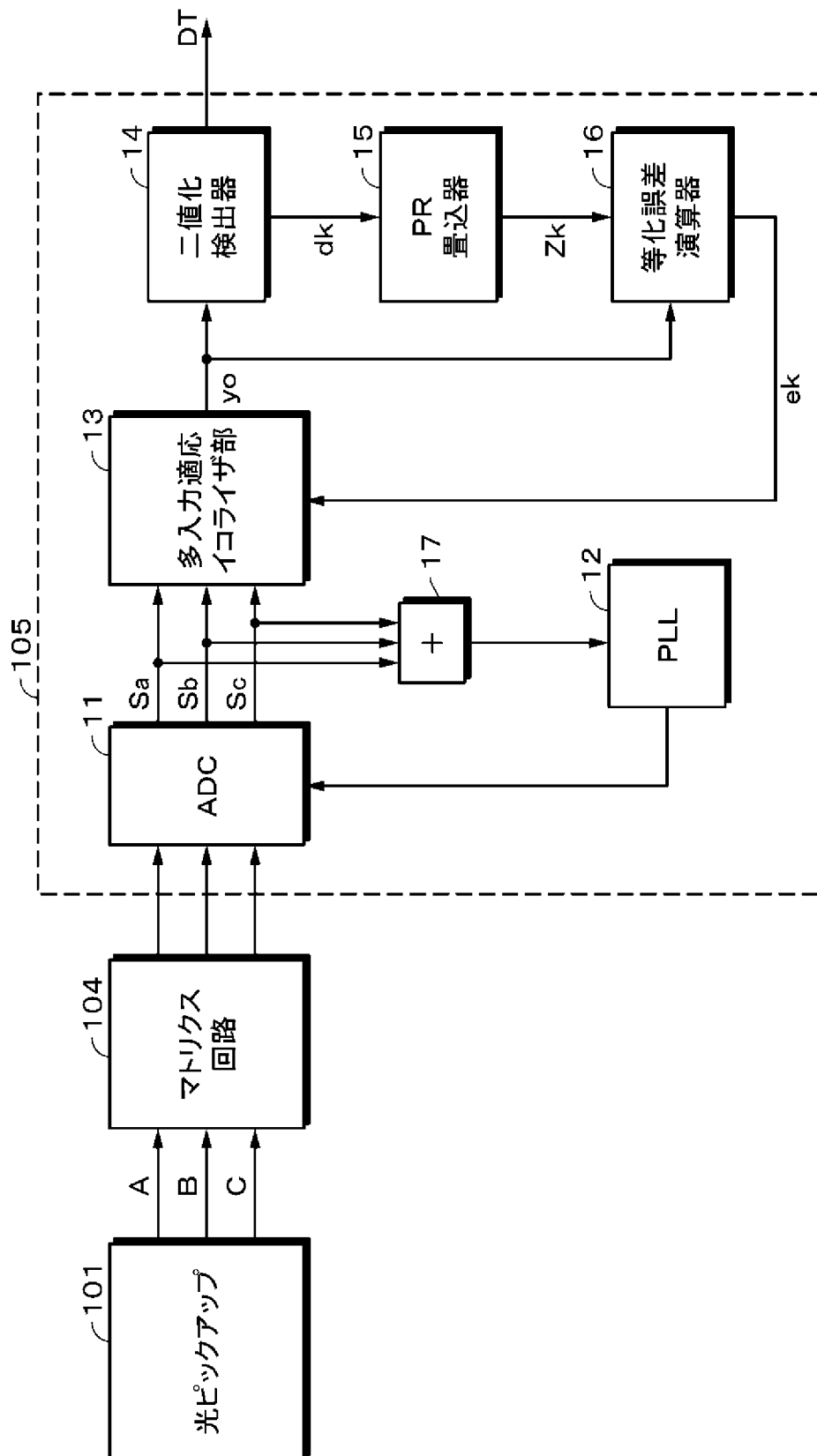
[図1]



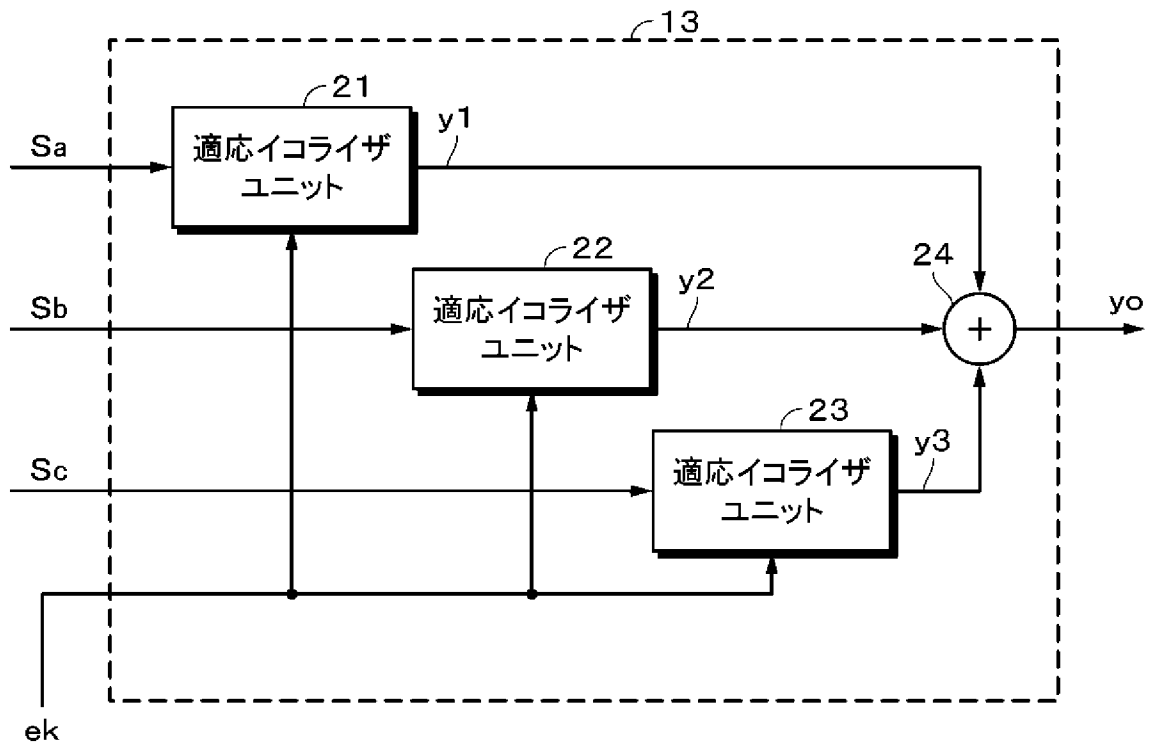
[図2]



[図3]

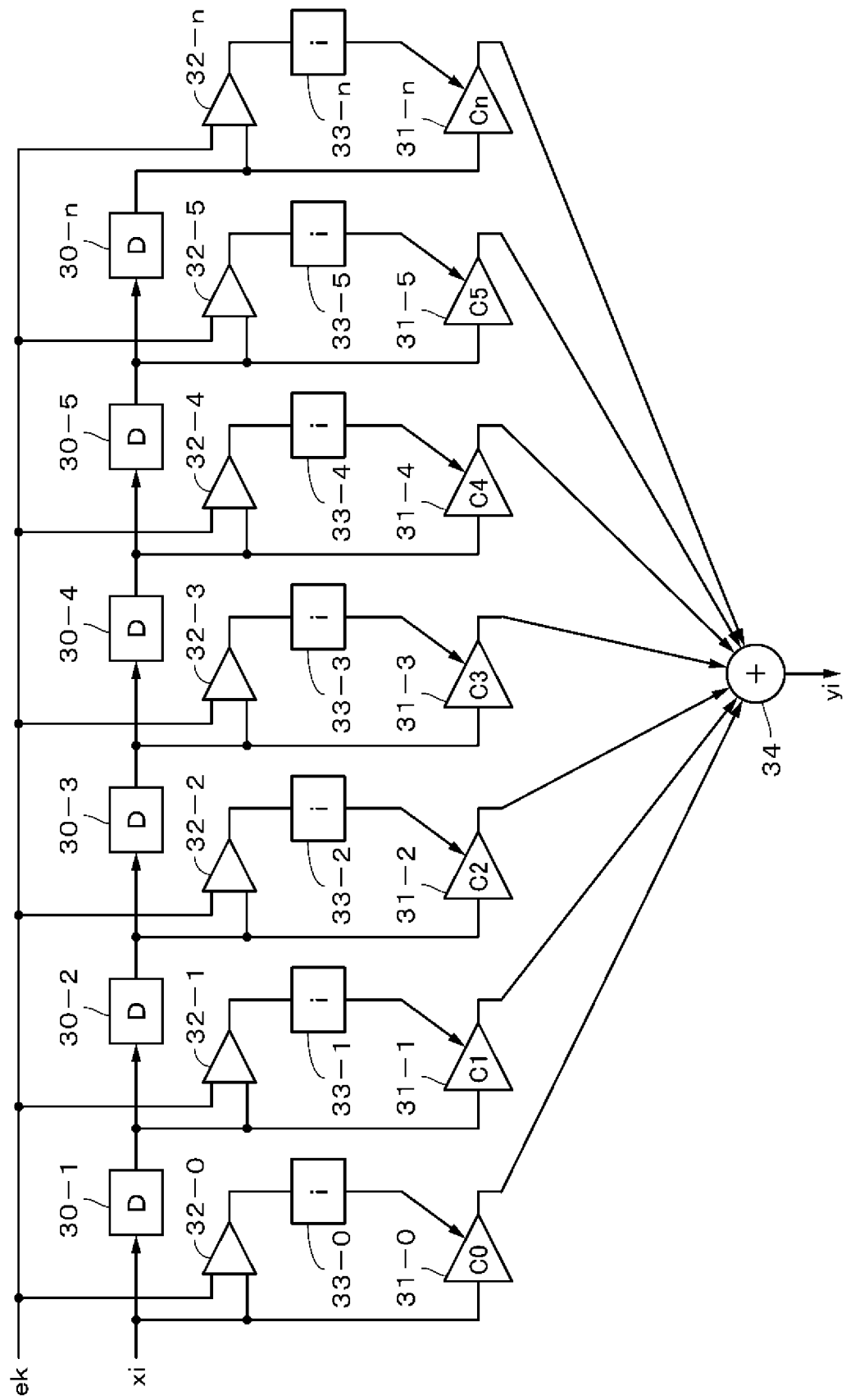


[図4]

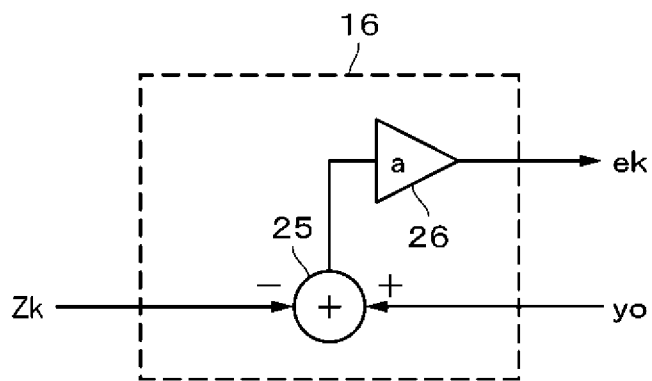


[図5]

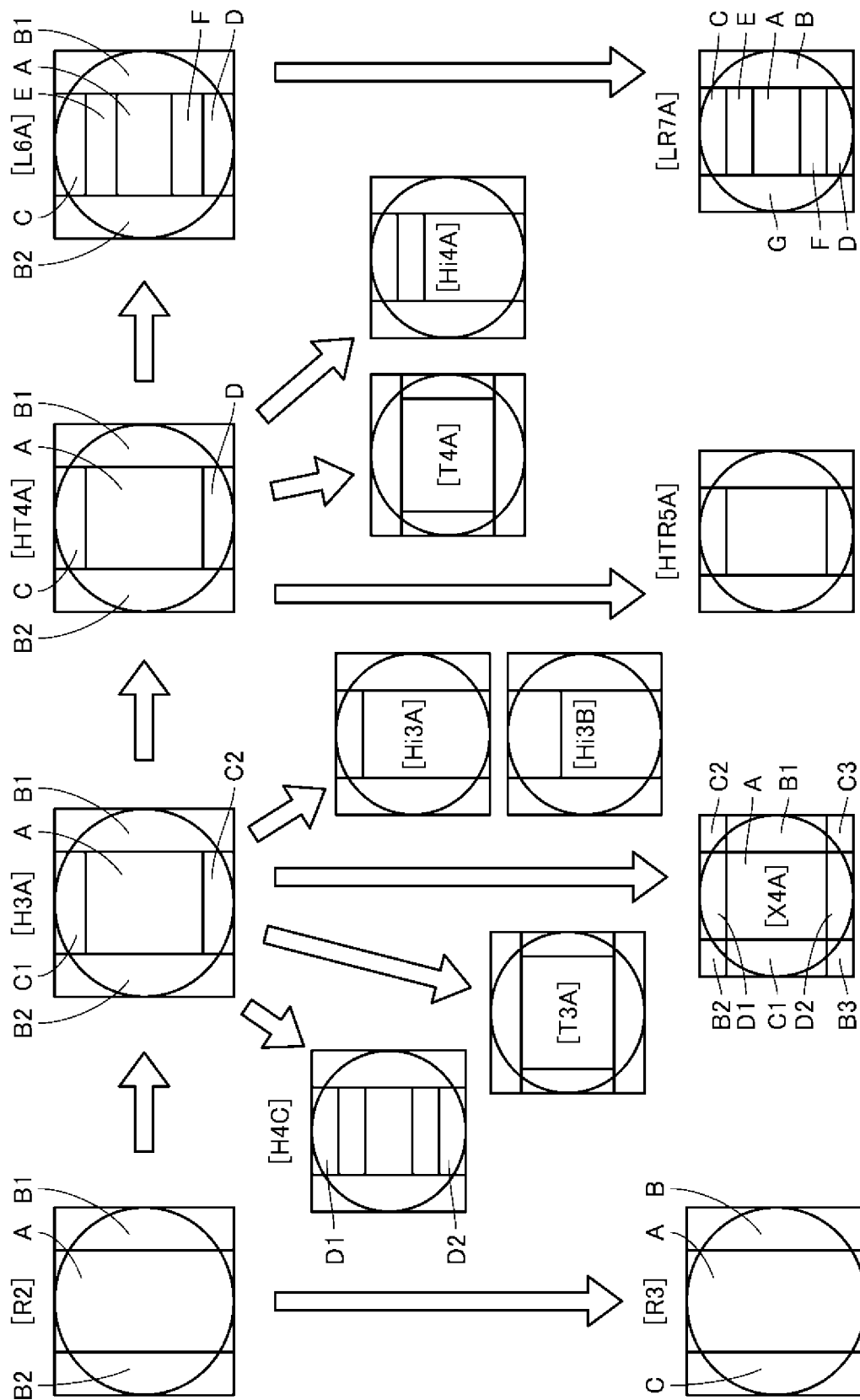
21



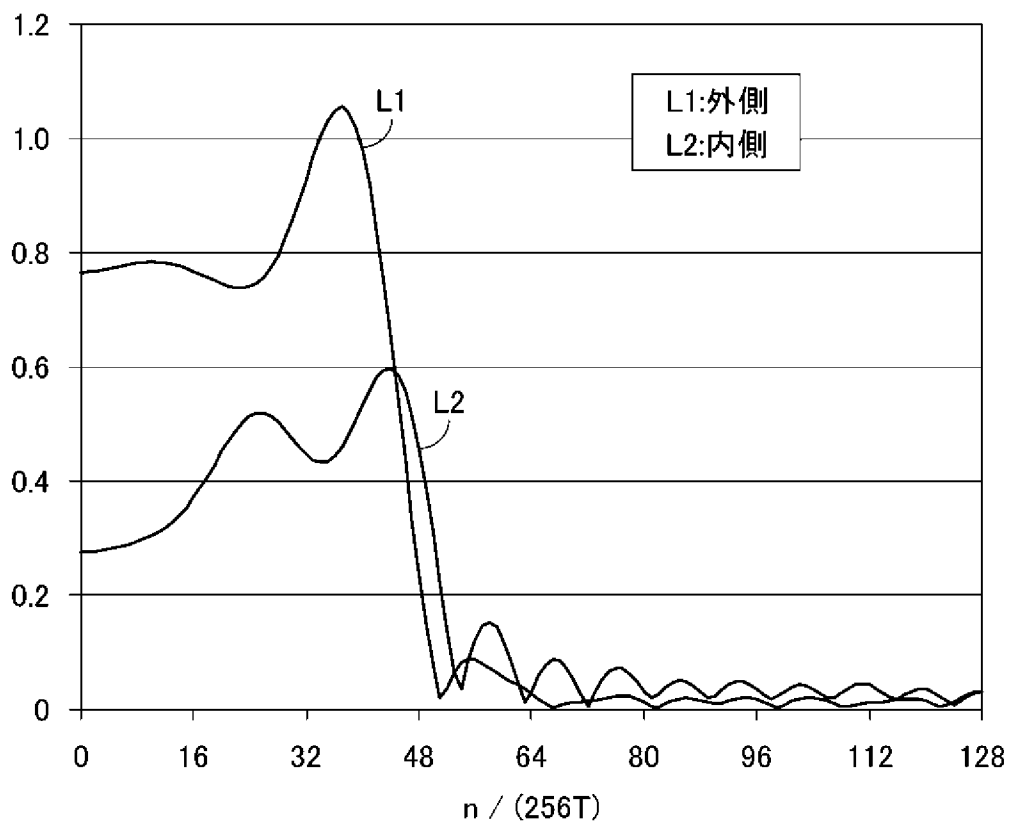
[図6]



[図7]

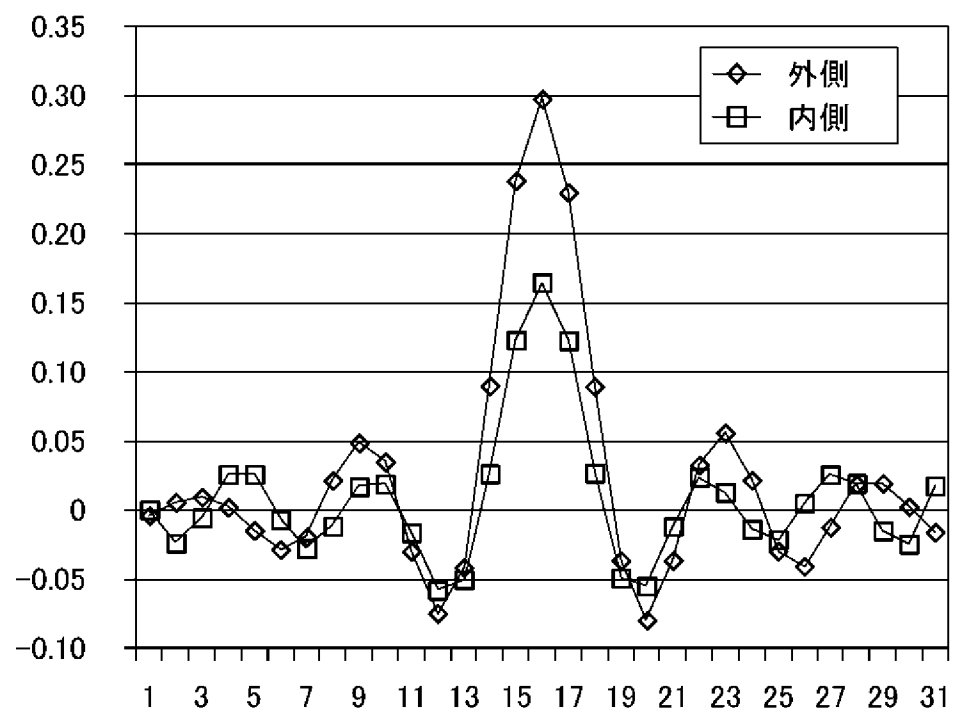


[図8]

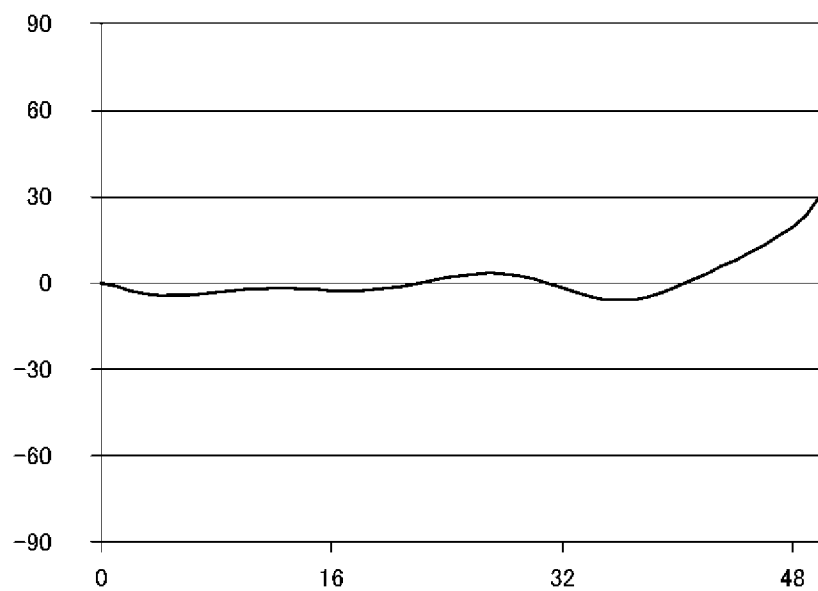


[図9]

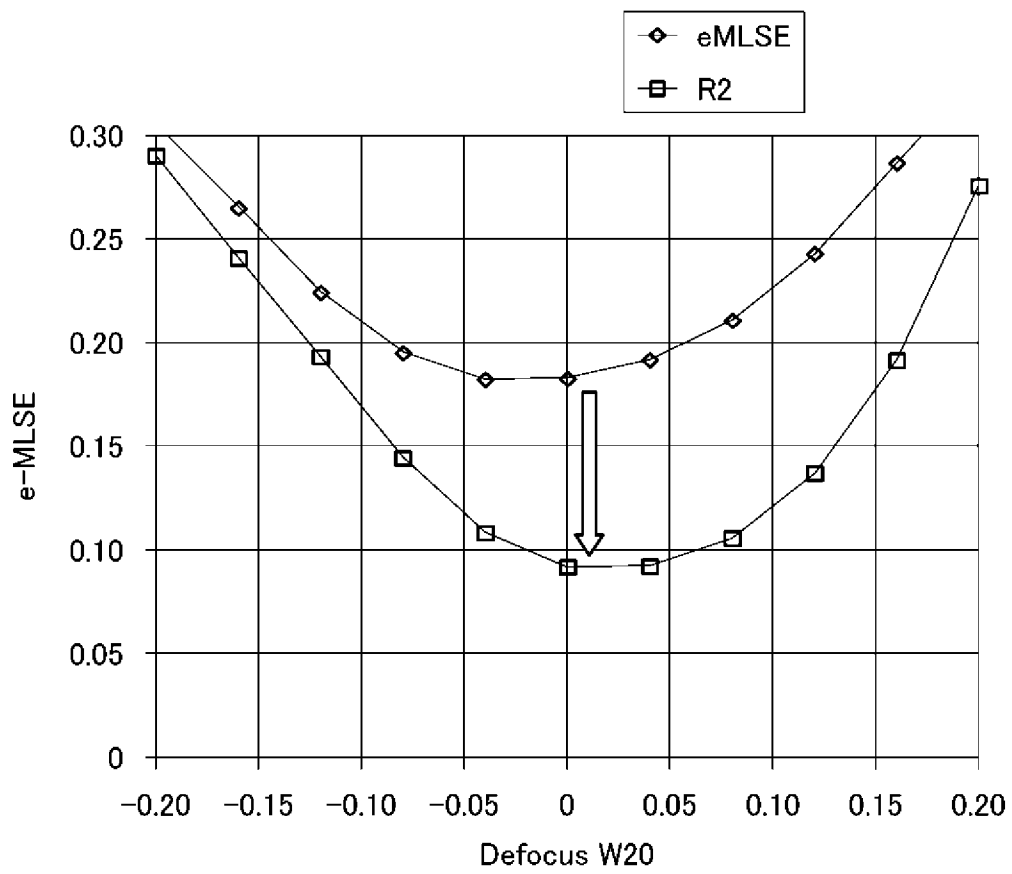
A



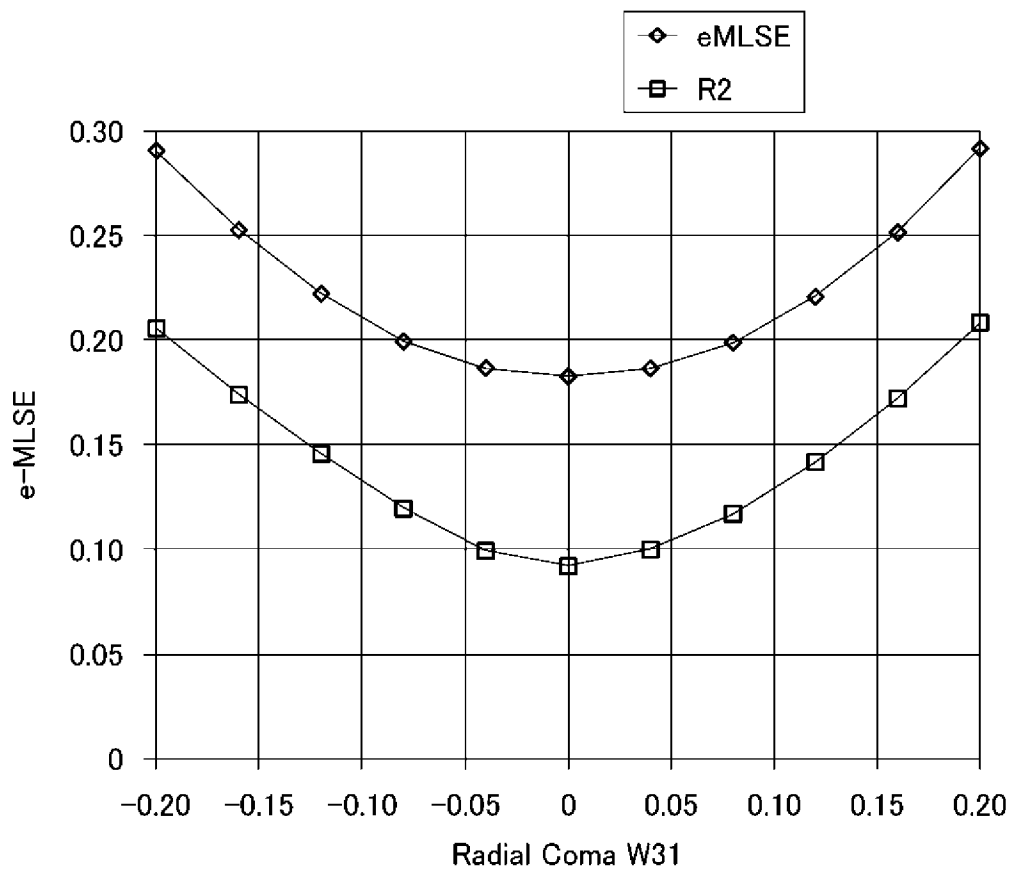
B



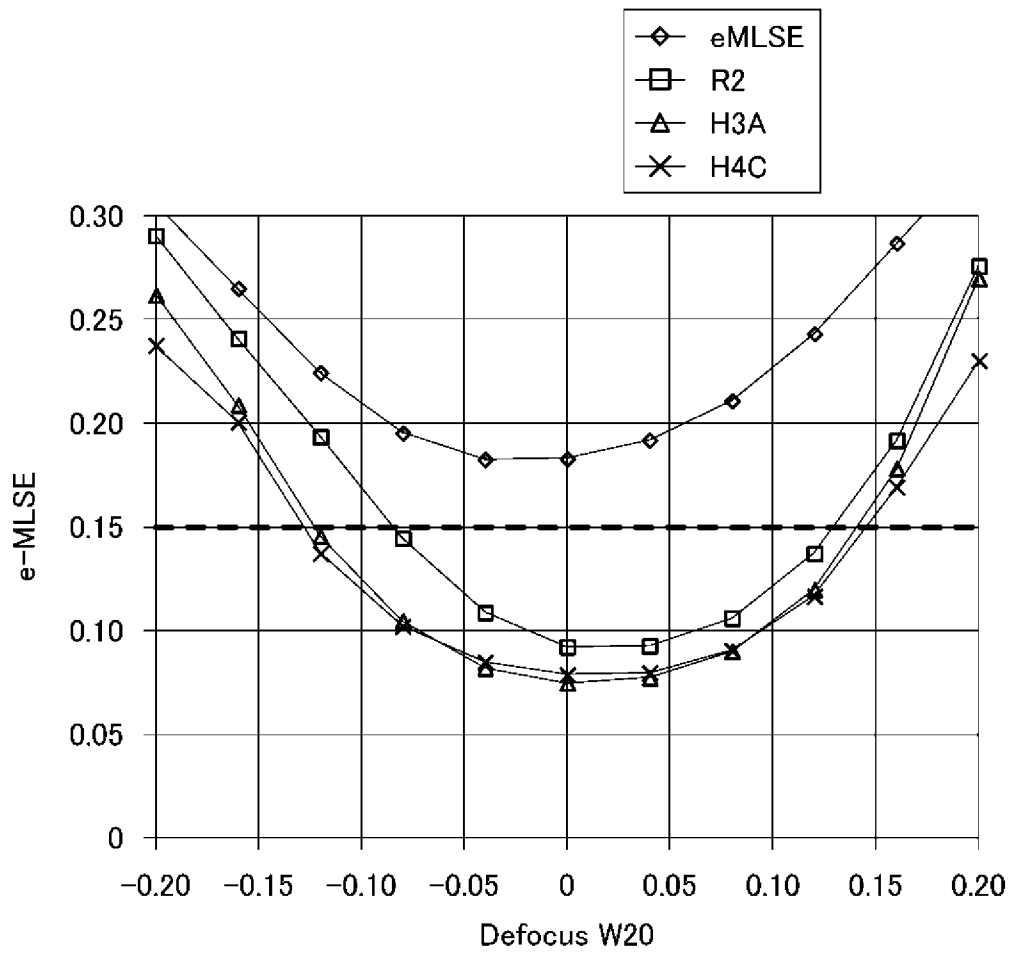
[図10]



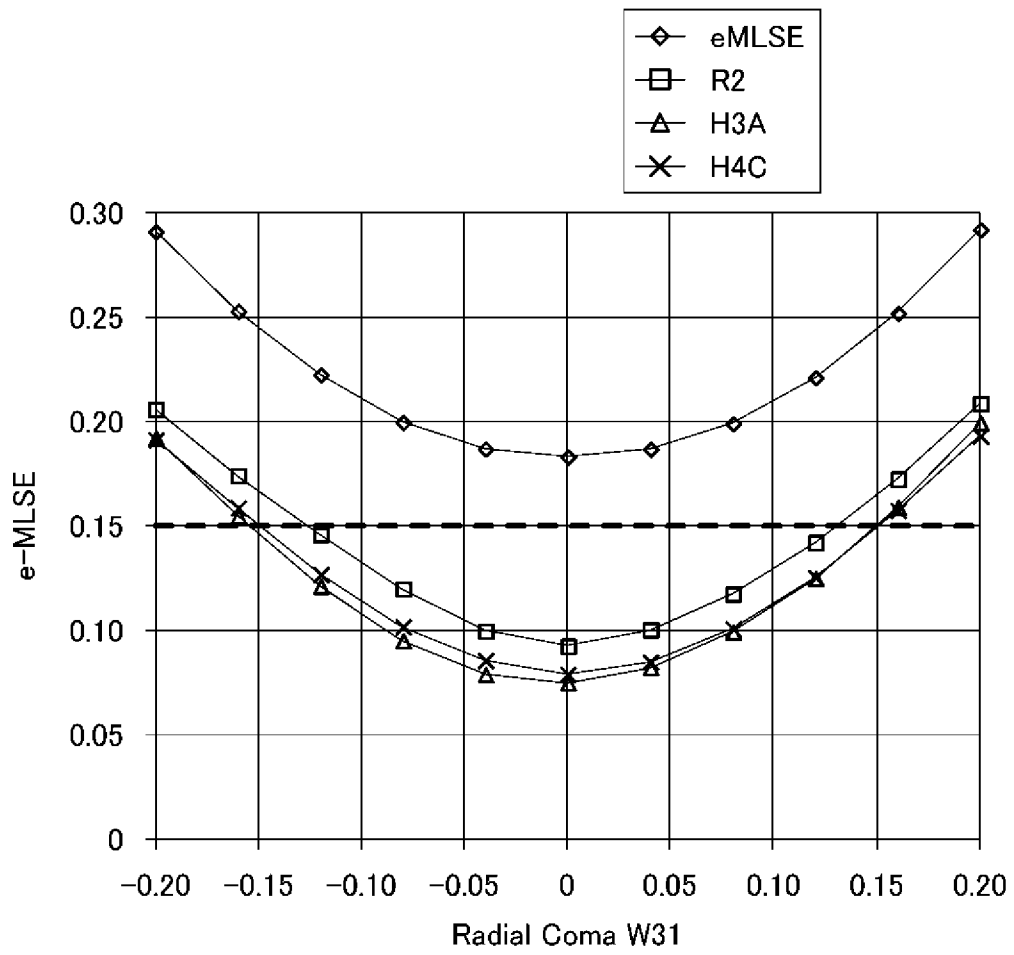
[図11]



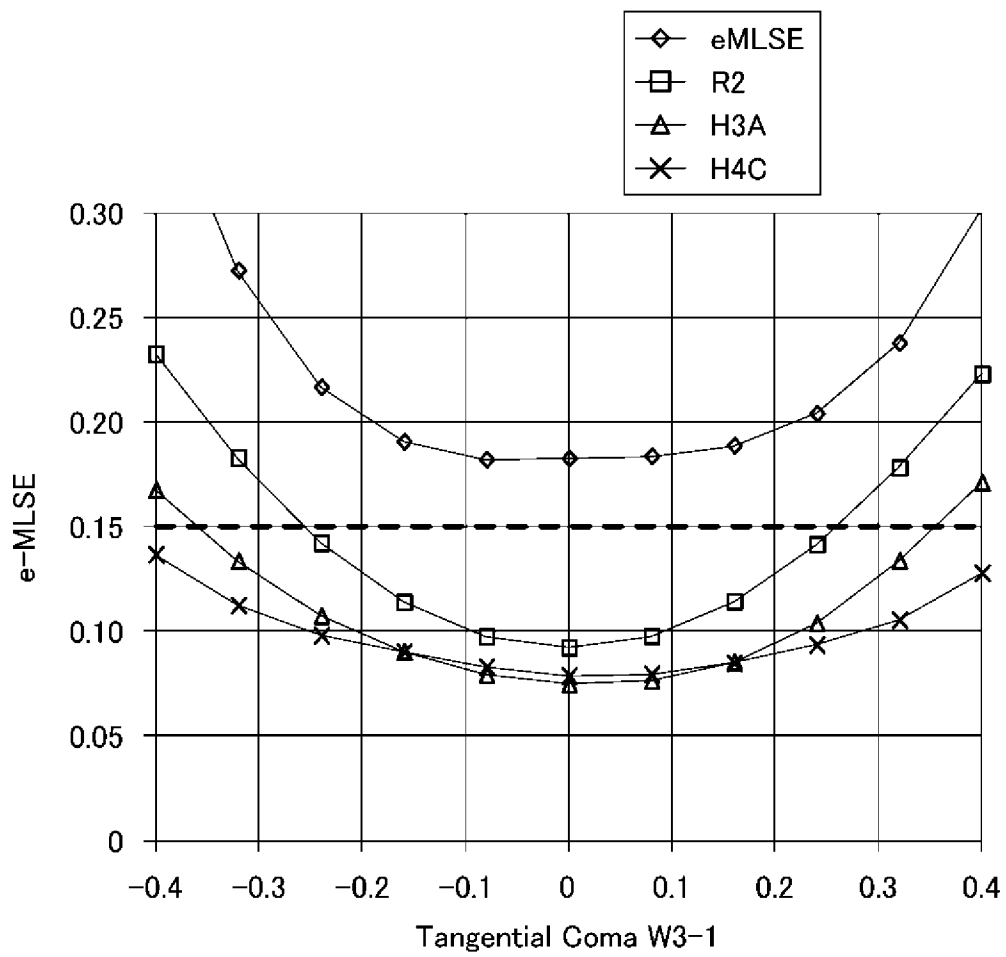
[図12]



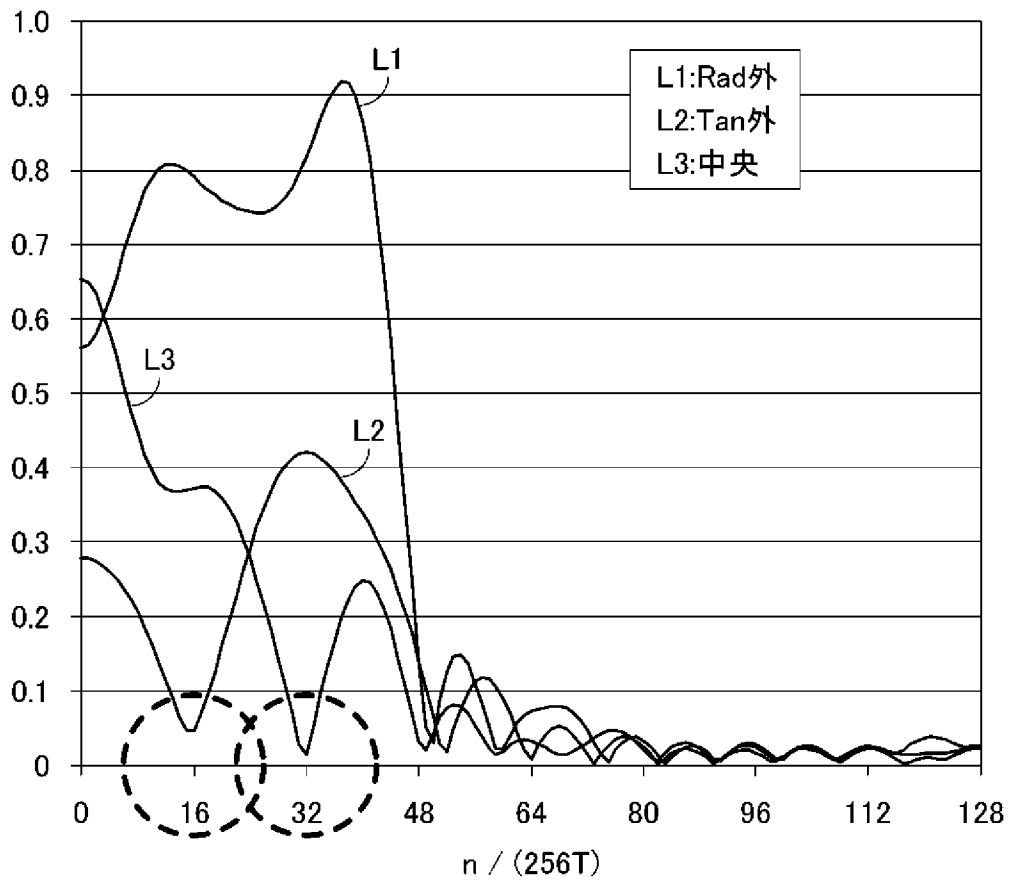
[図13]



[図14]

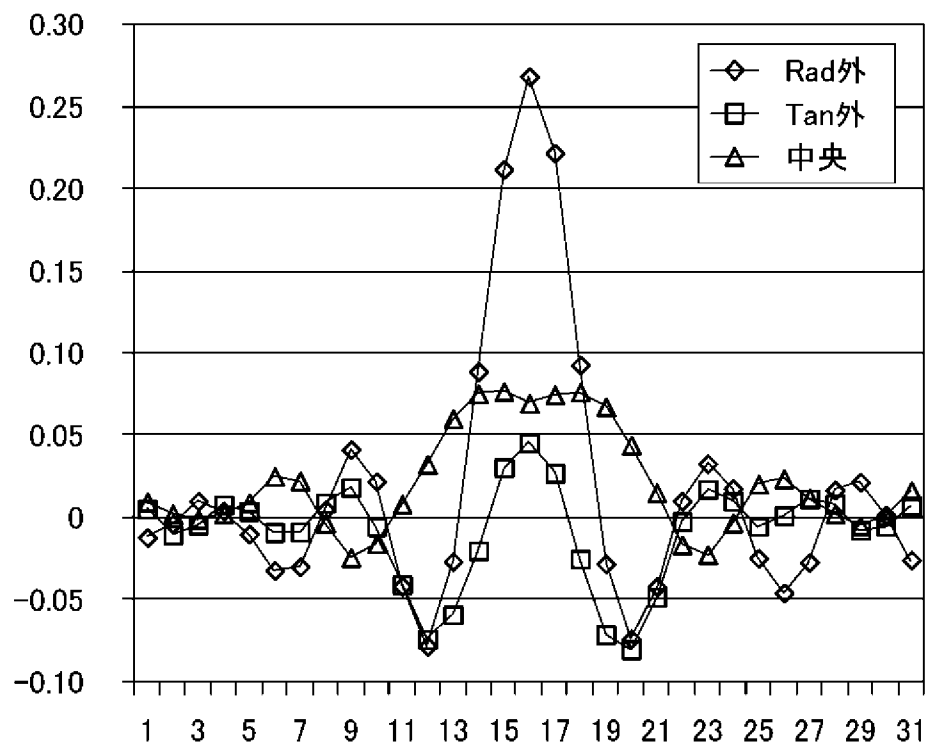


[図15]

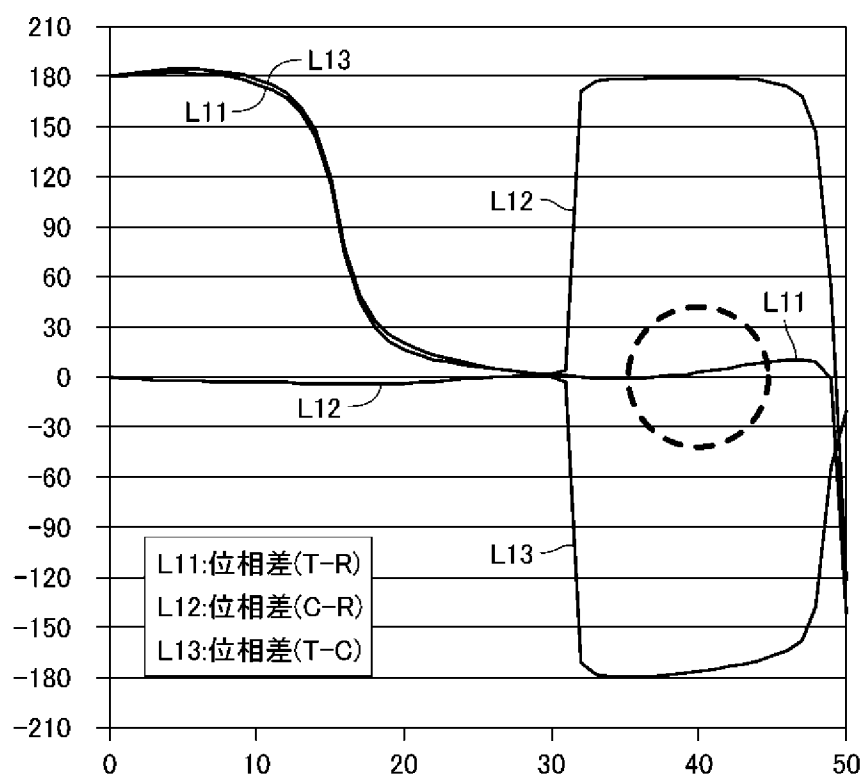


[図16]

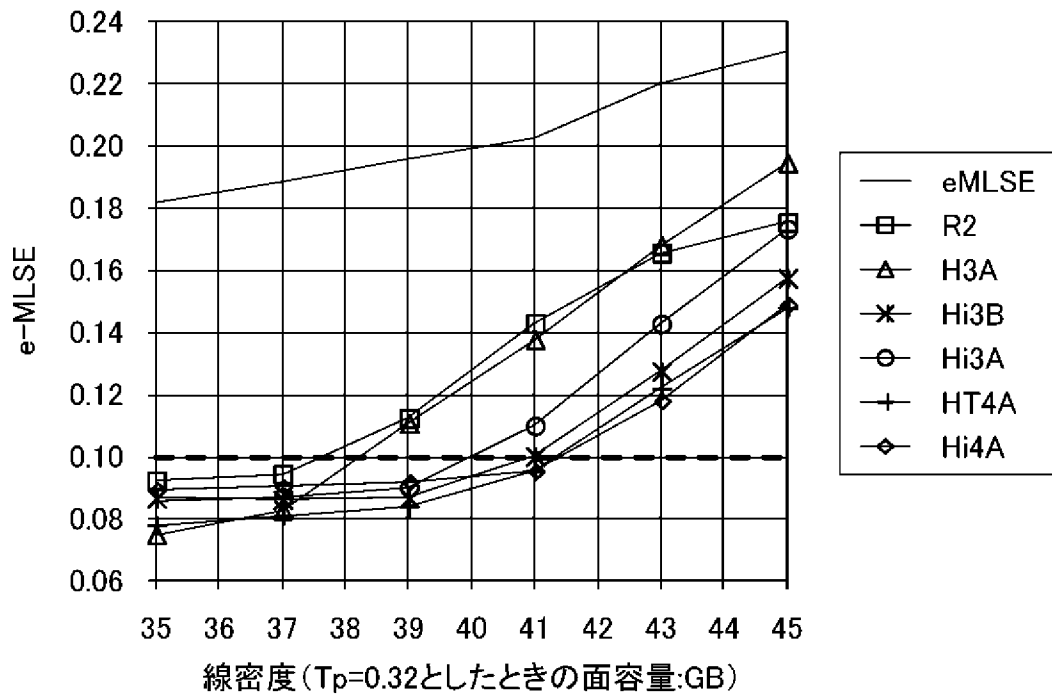
A



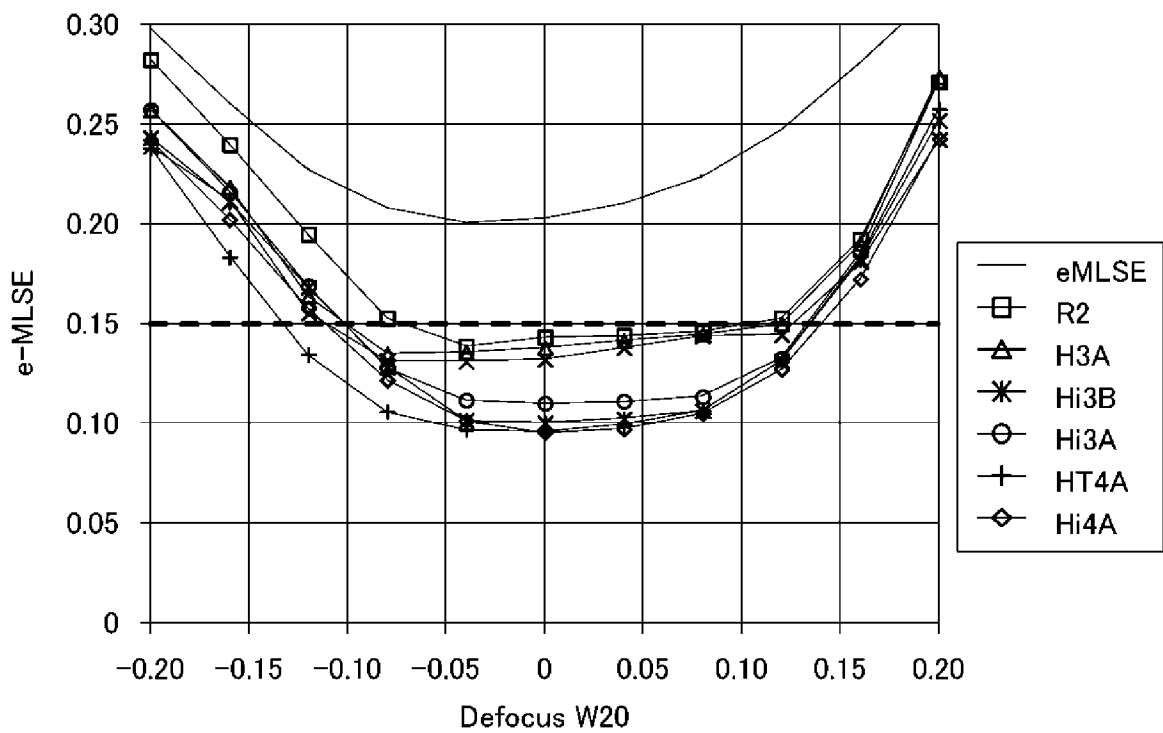
B



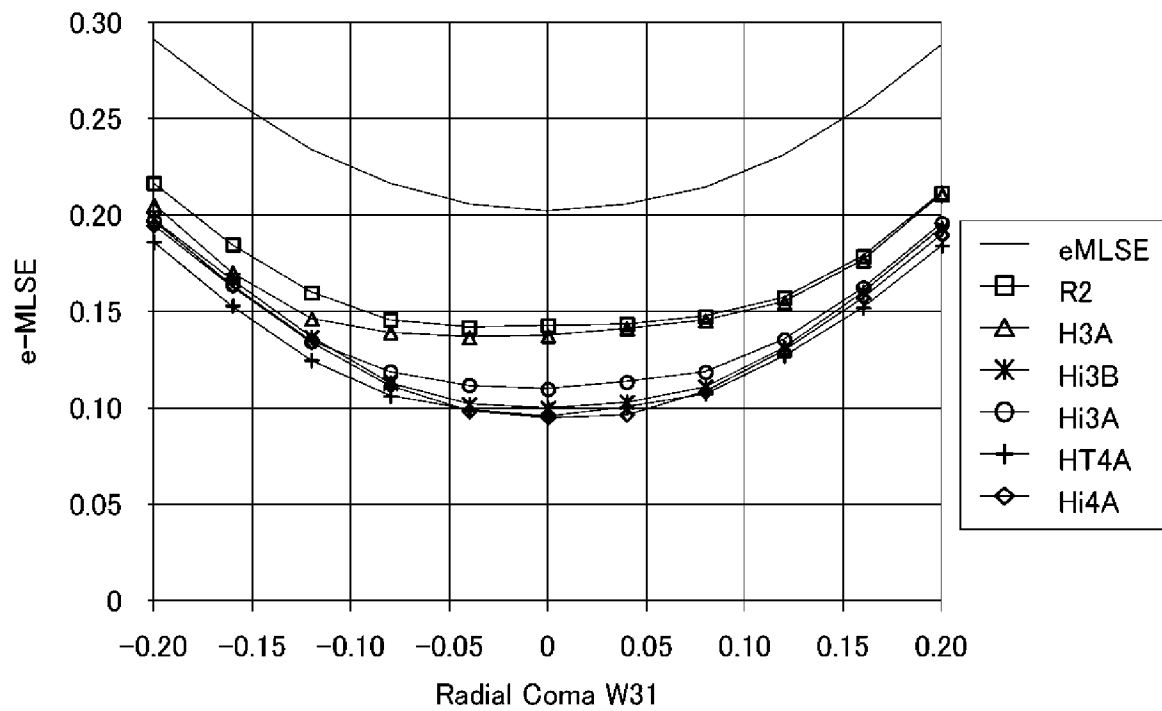
[図17]



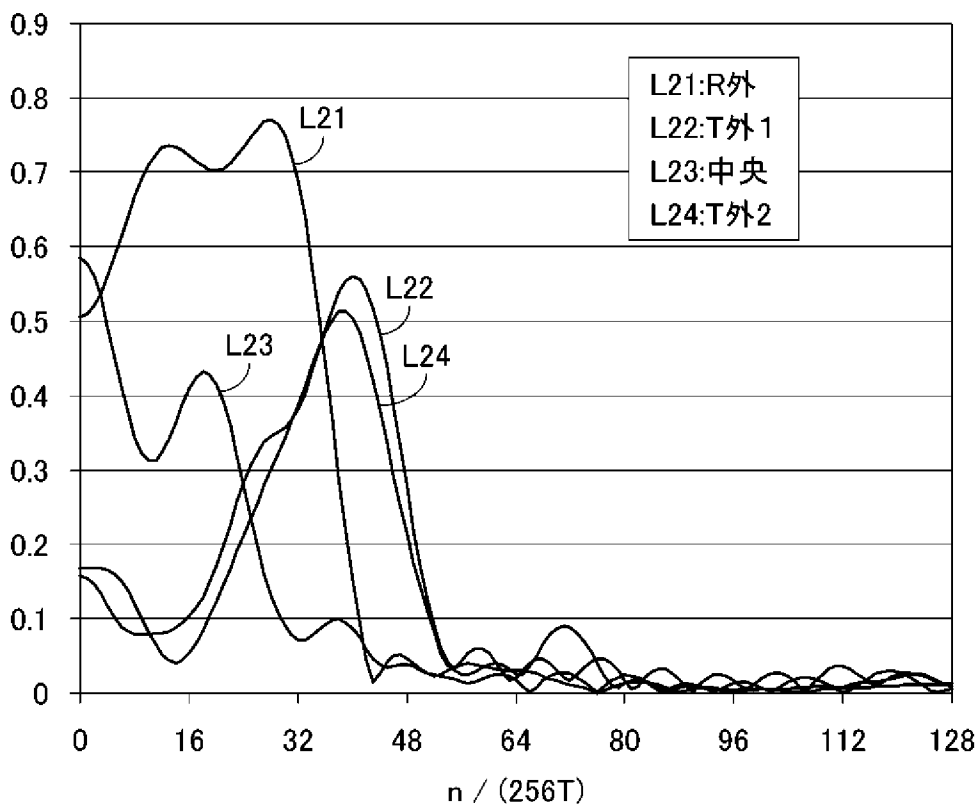
[図18]



[図19]

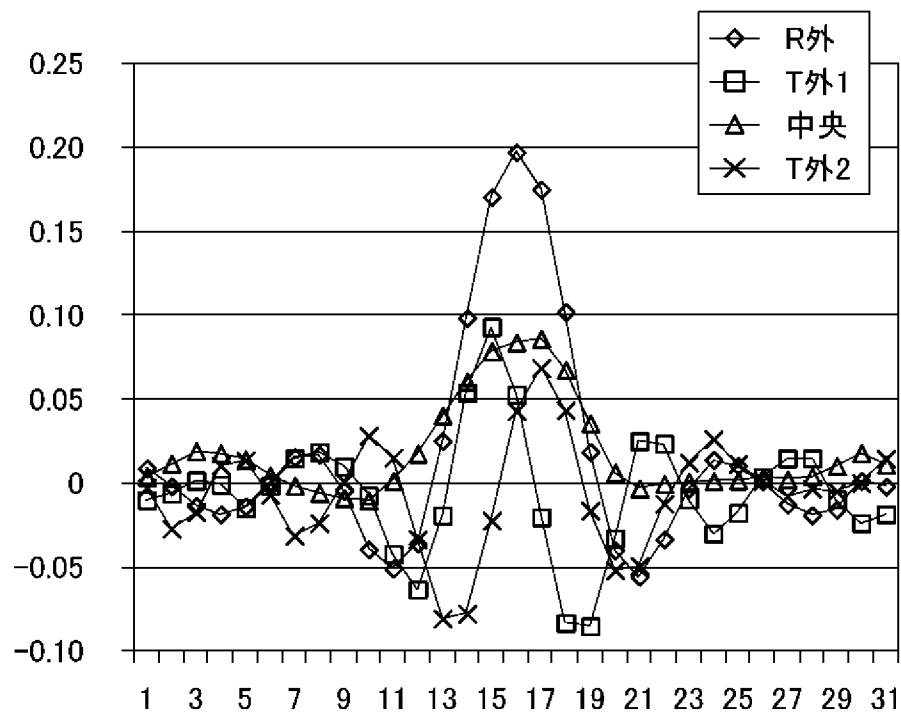


[図20]

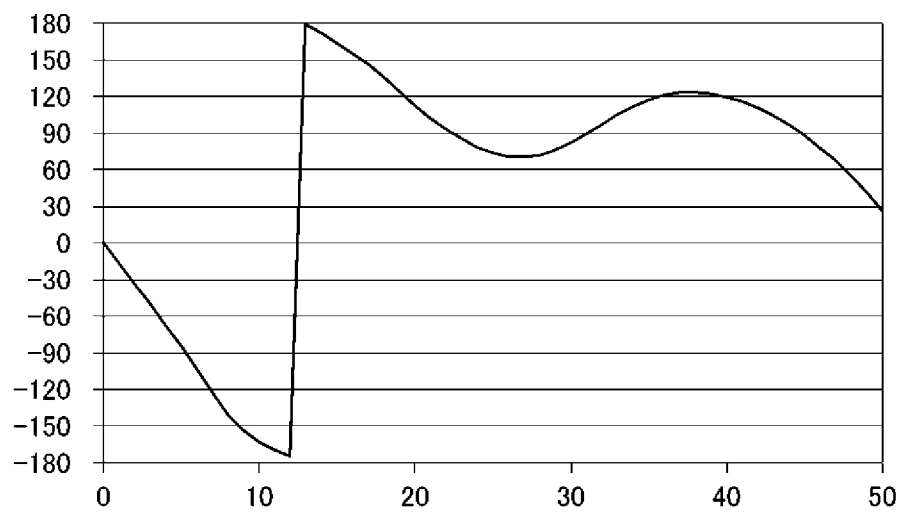


[図21]

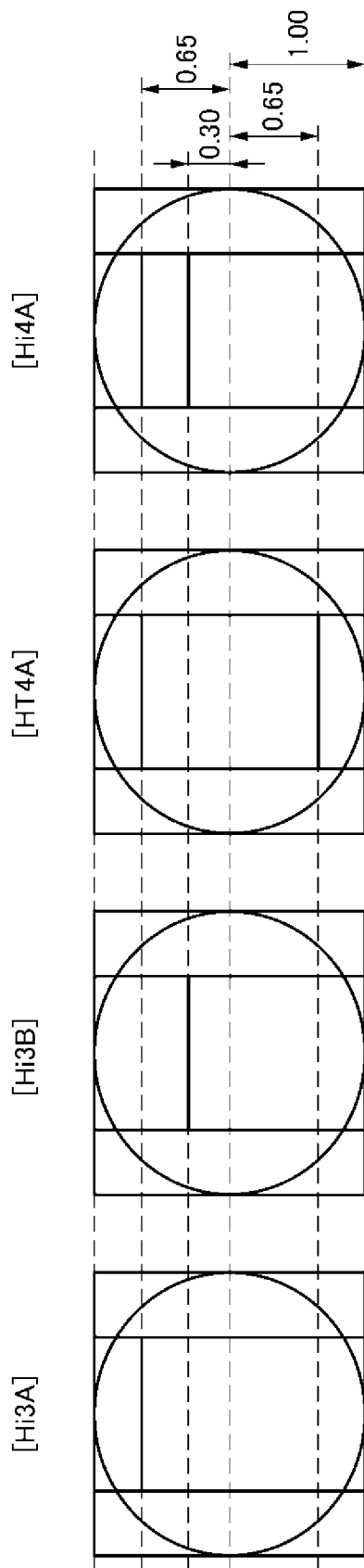
A



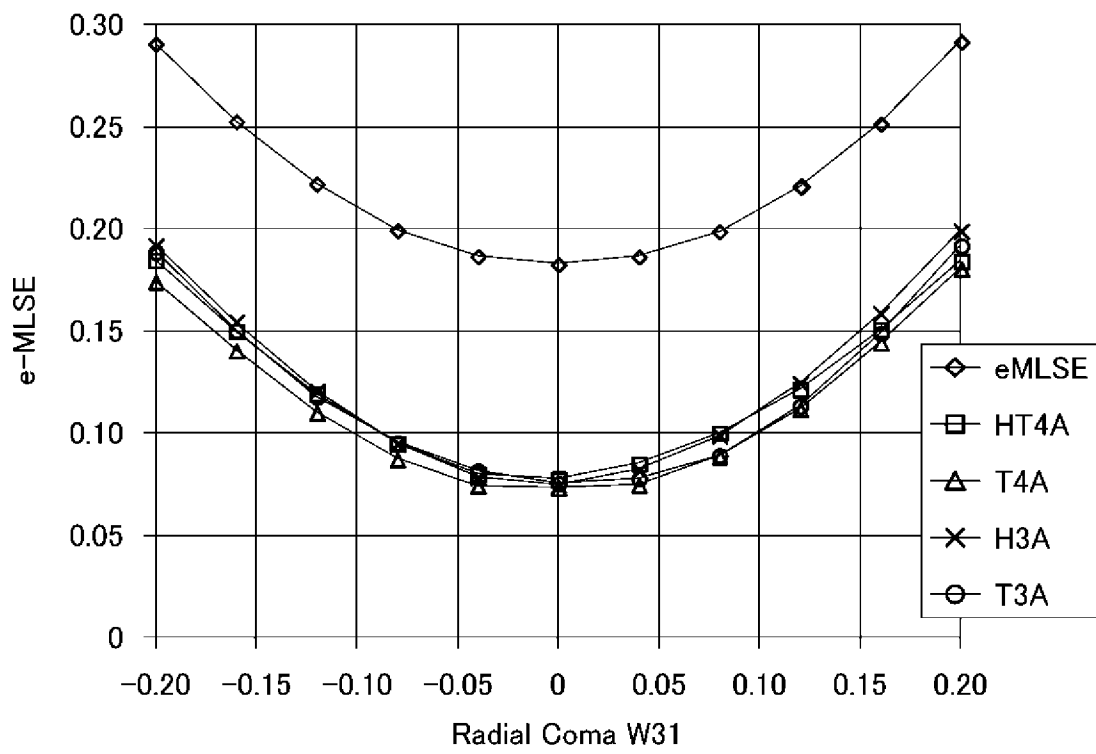
B



[図22]



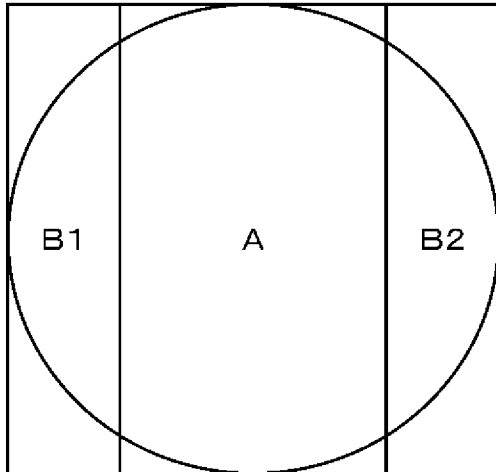
[図23]



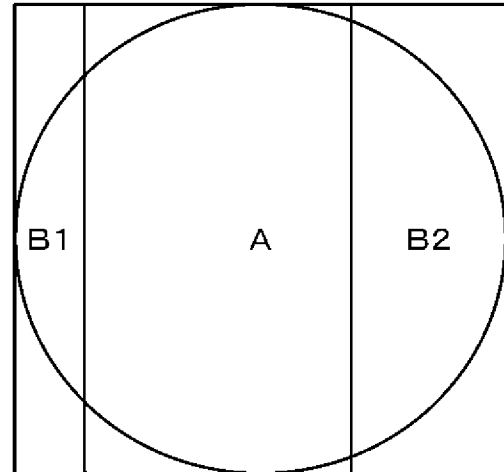
[図24]

A

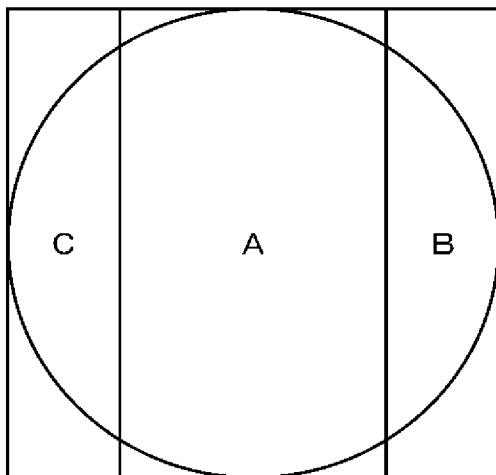
R2 (LS 0)

**B**

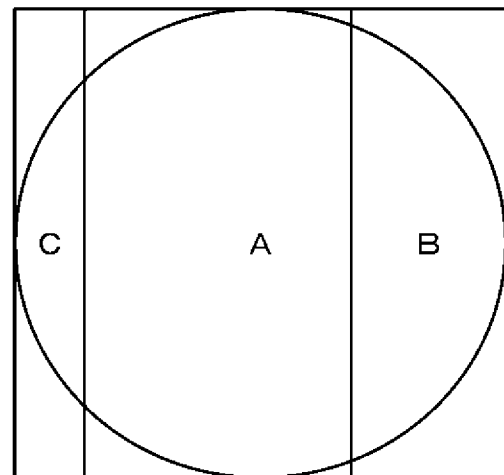
R2 (LS 0.2)

**C**

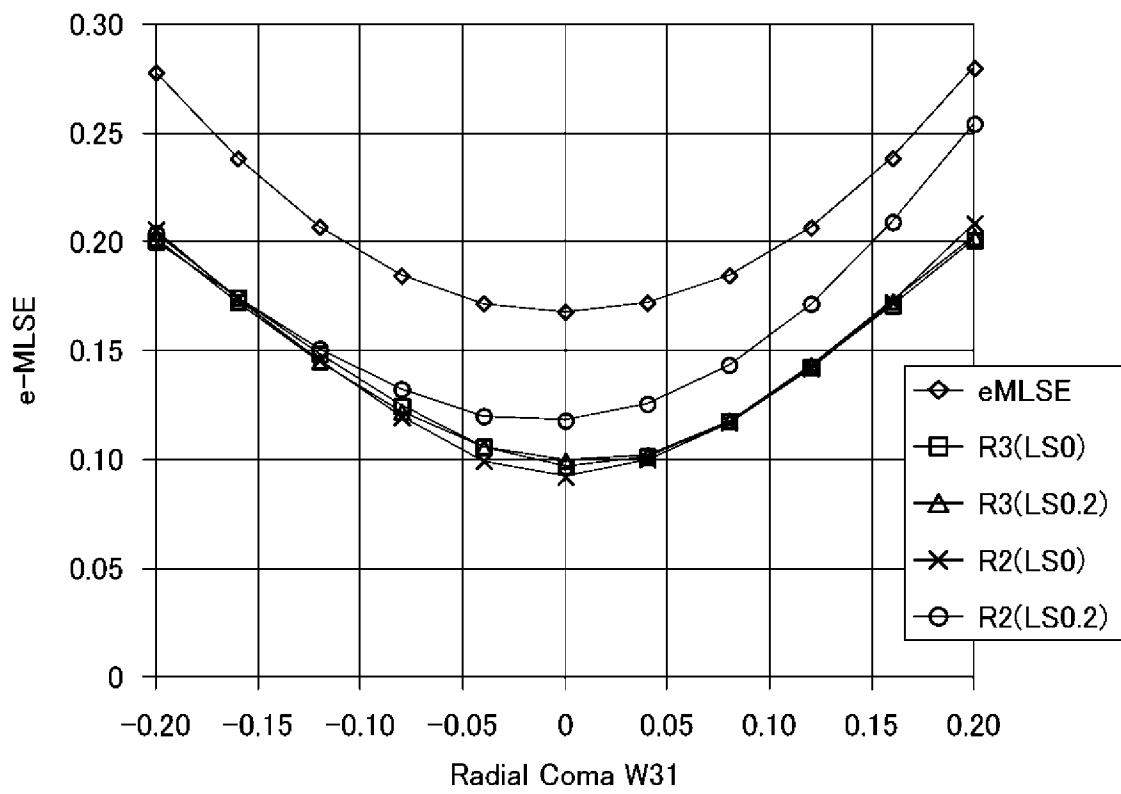
R3 (LS 0)

**D**

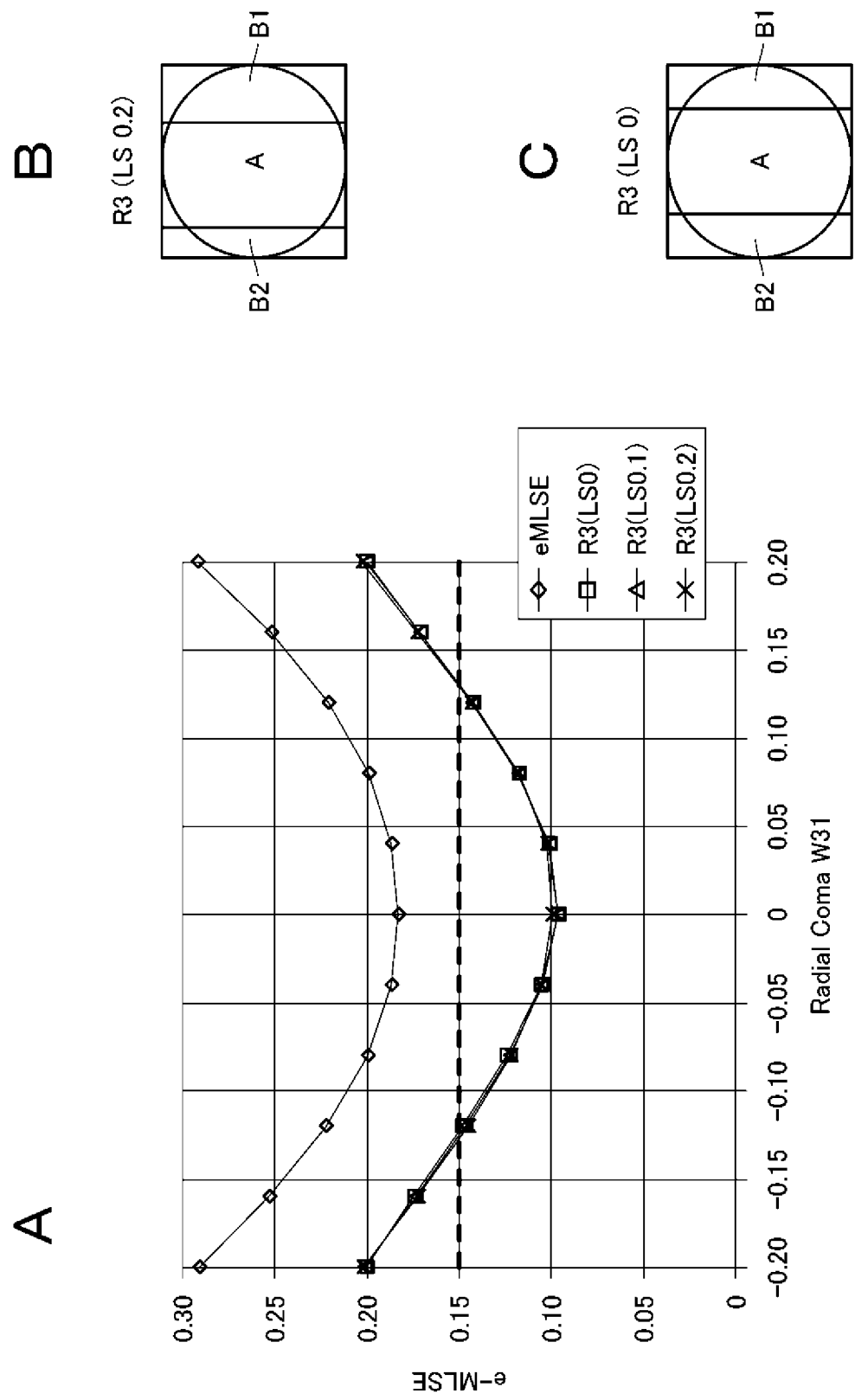
R3 (LS 0.2)



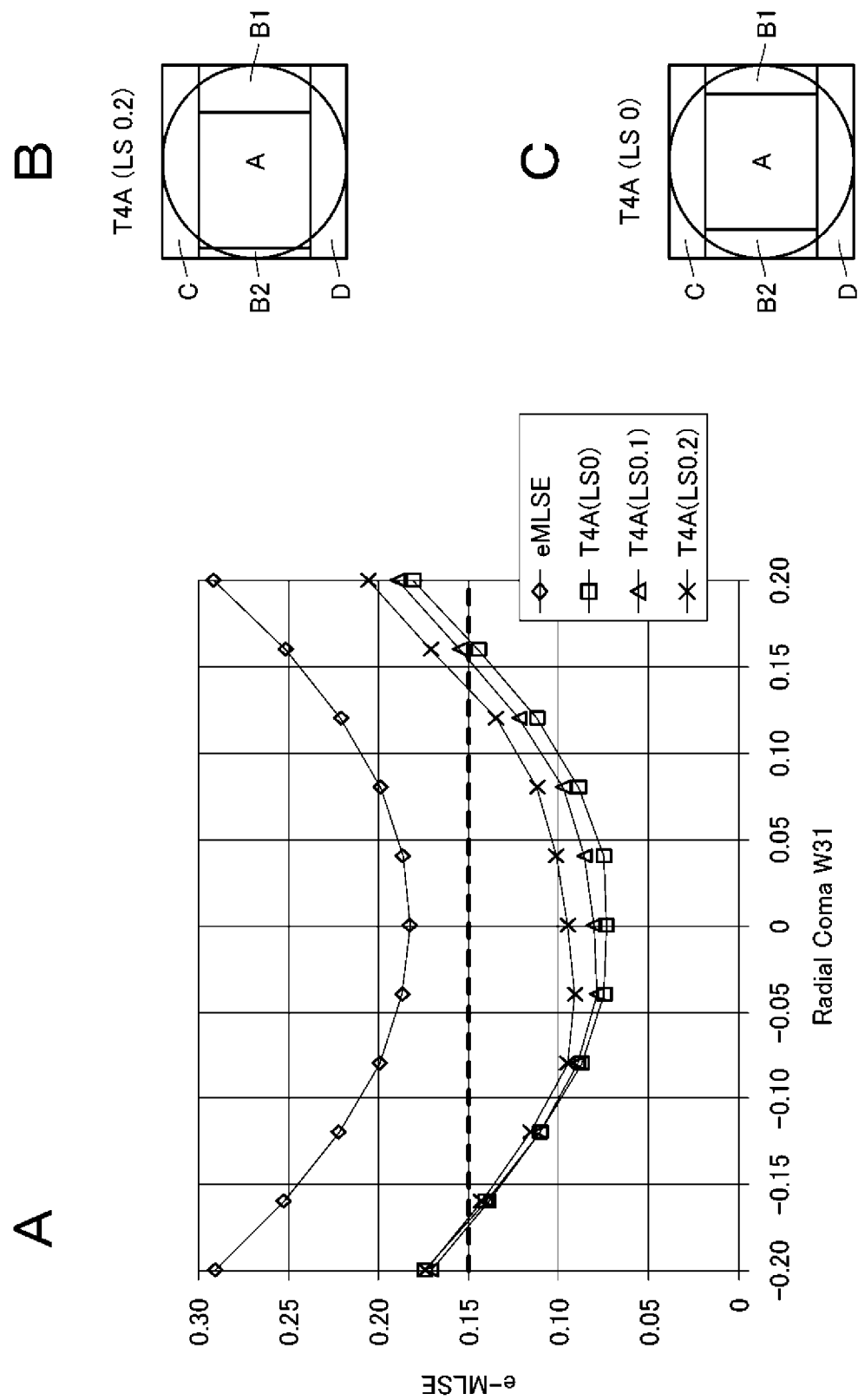
[図25]



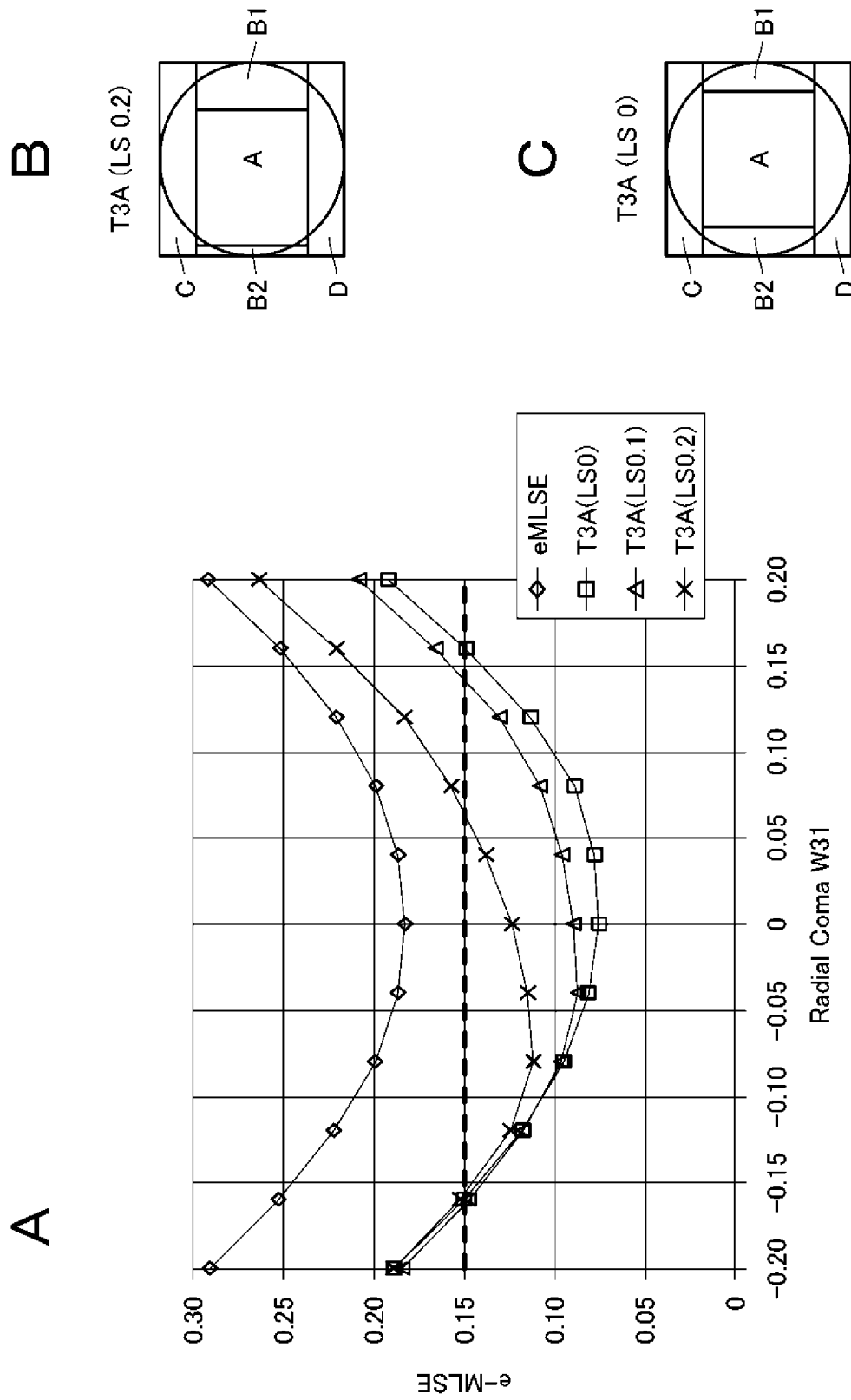
[図26]



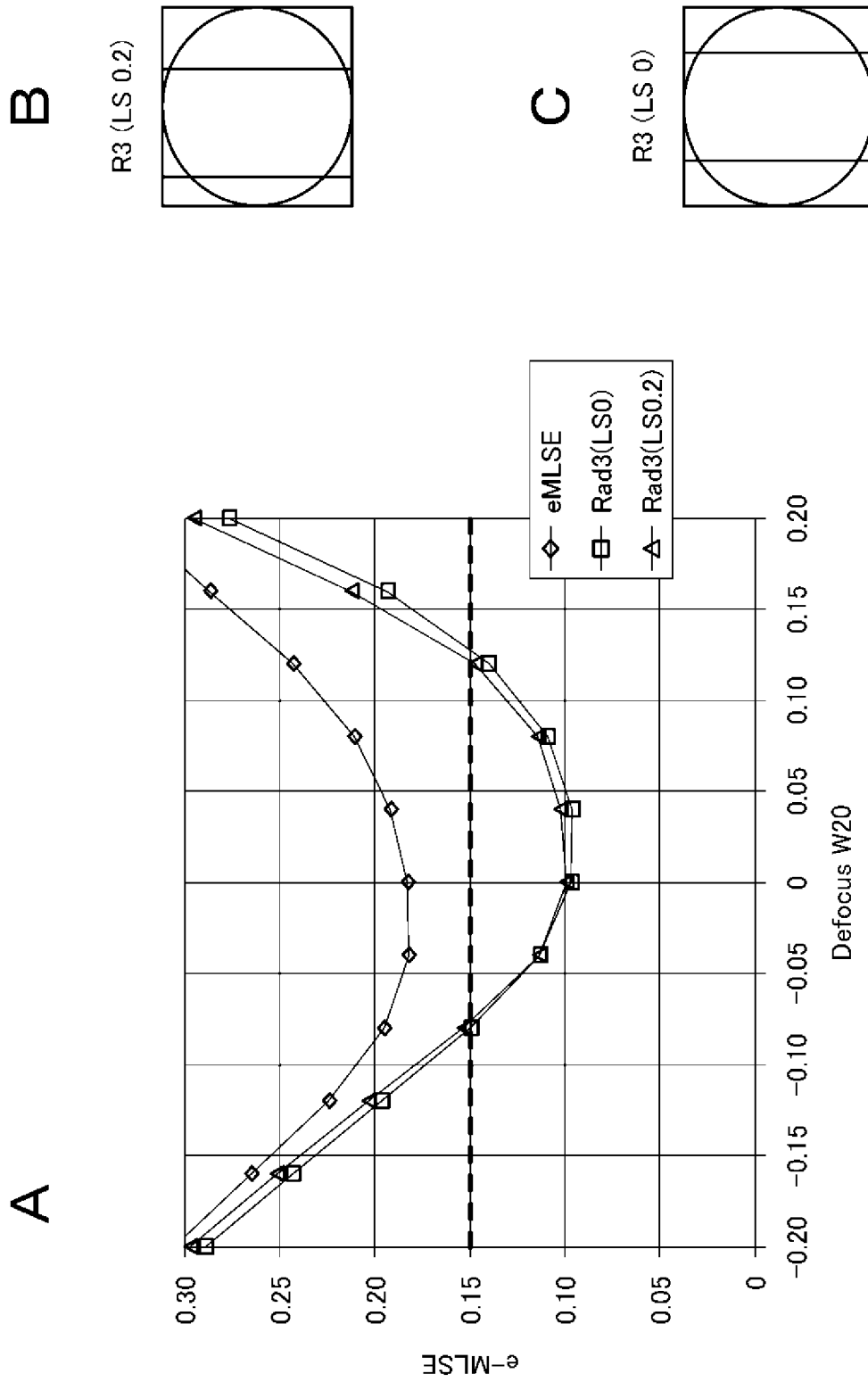
[図27]



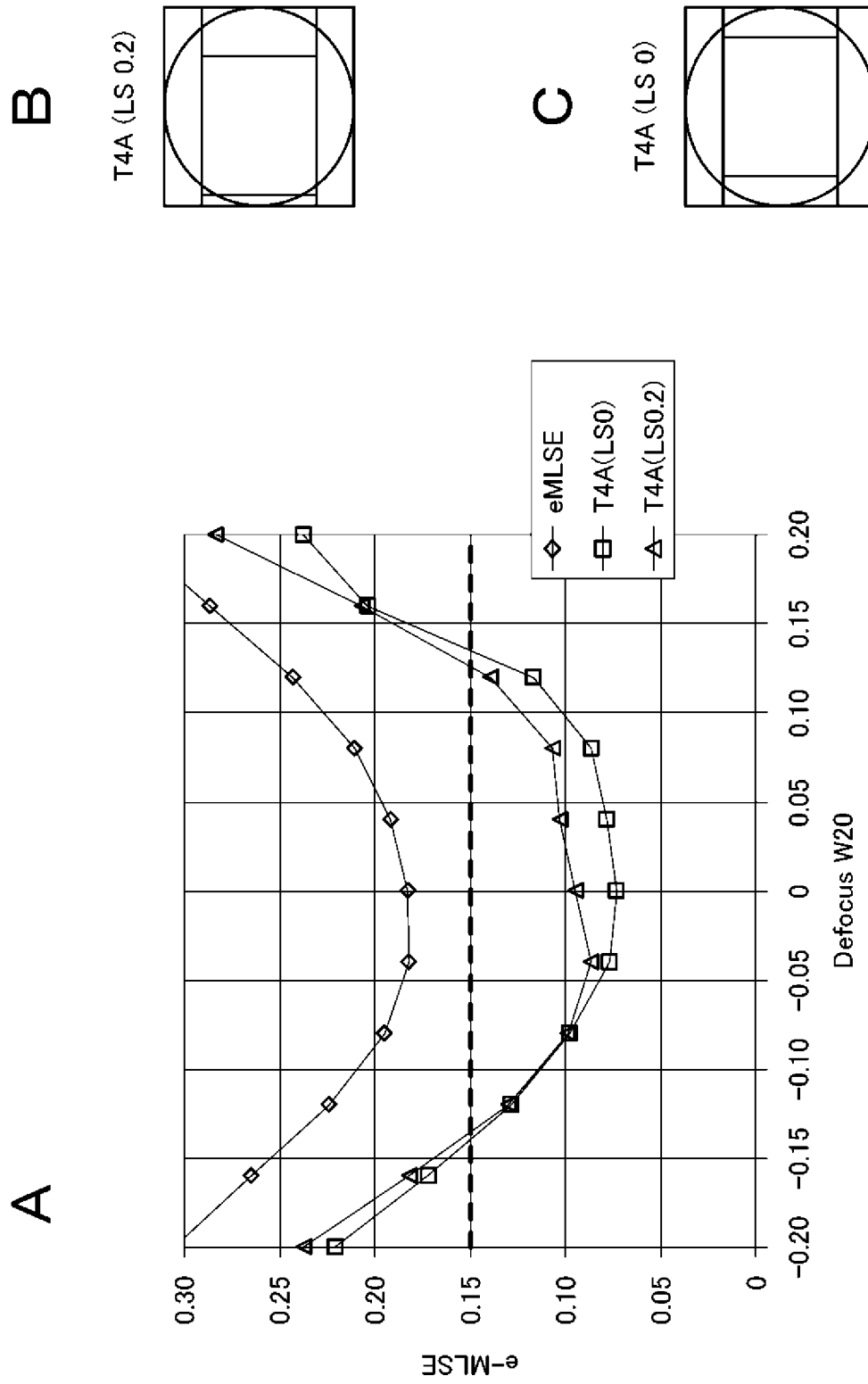
[図28]



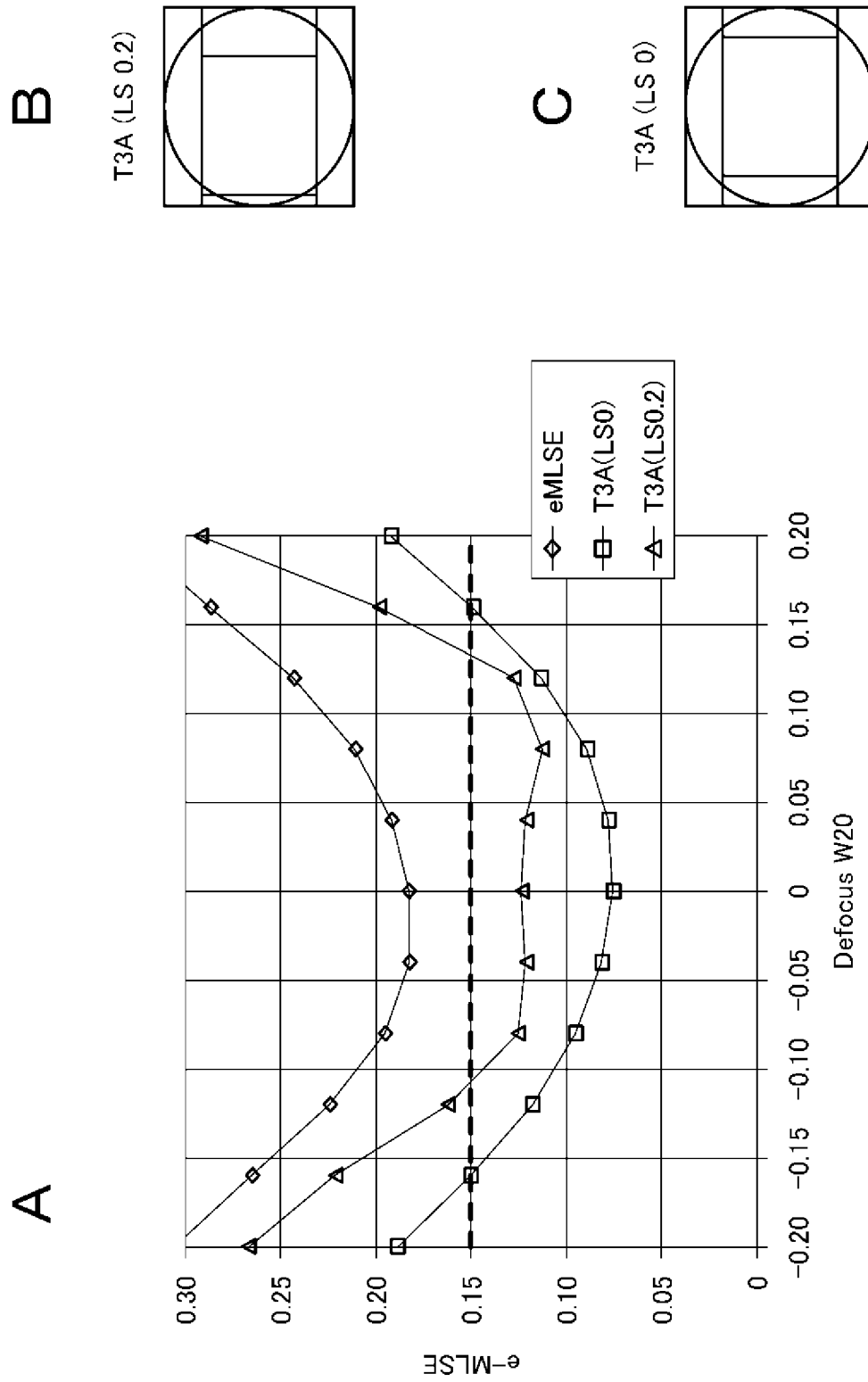
[図29]



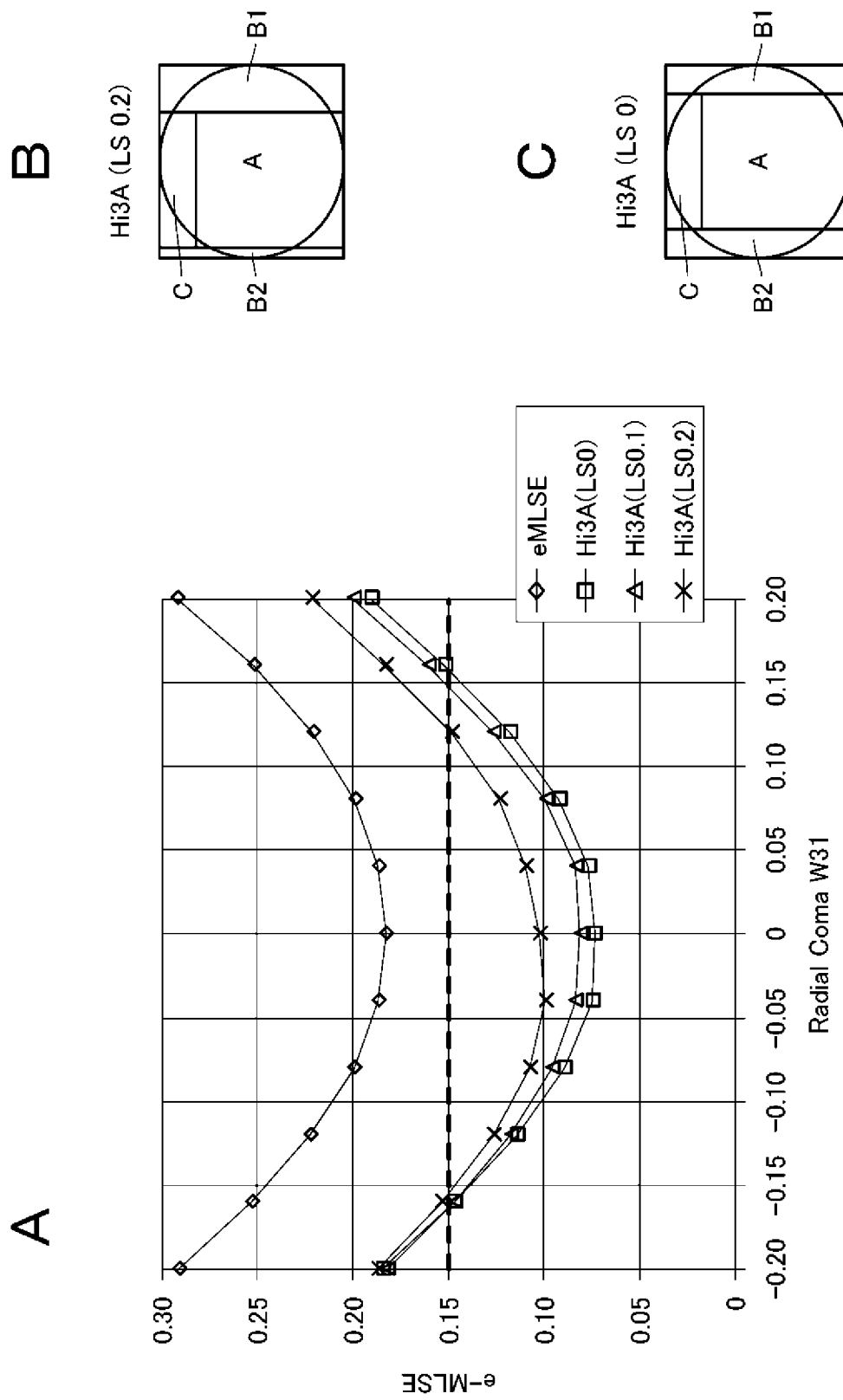
[図30]



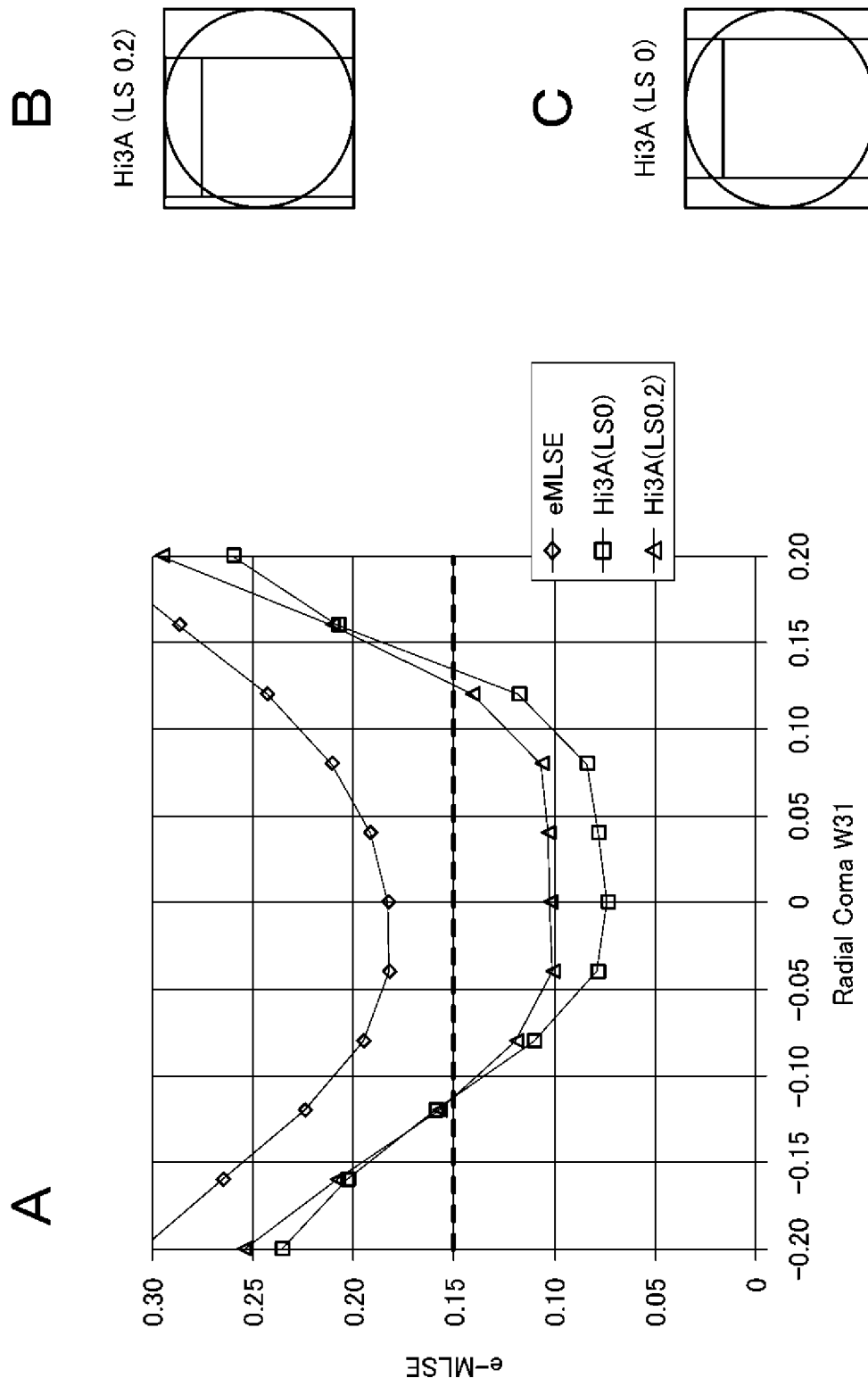
[図31]



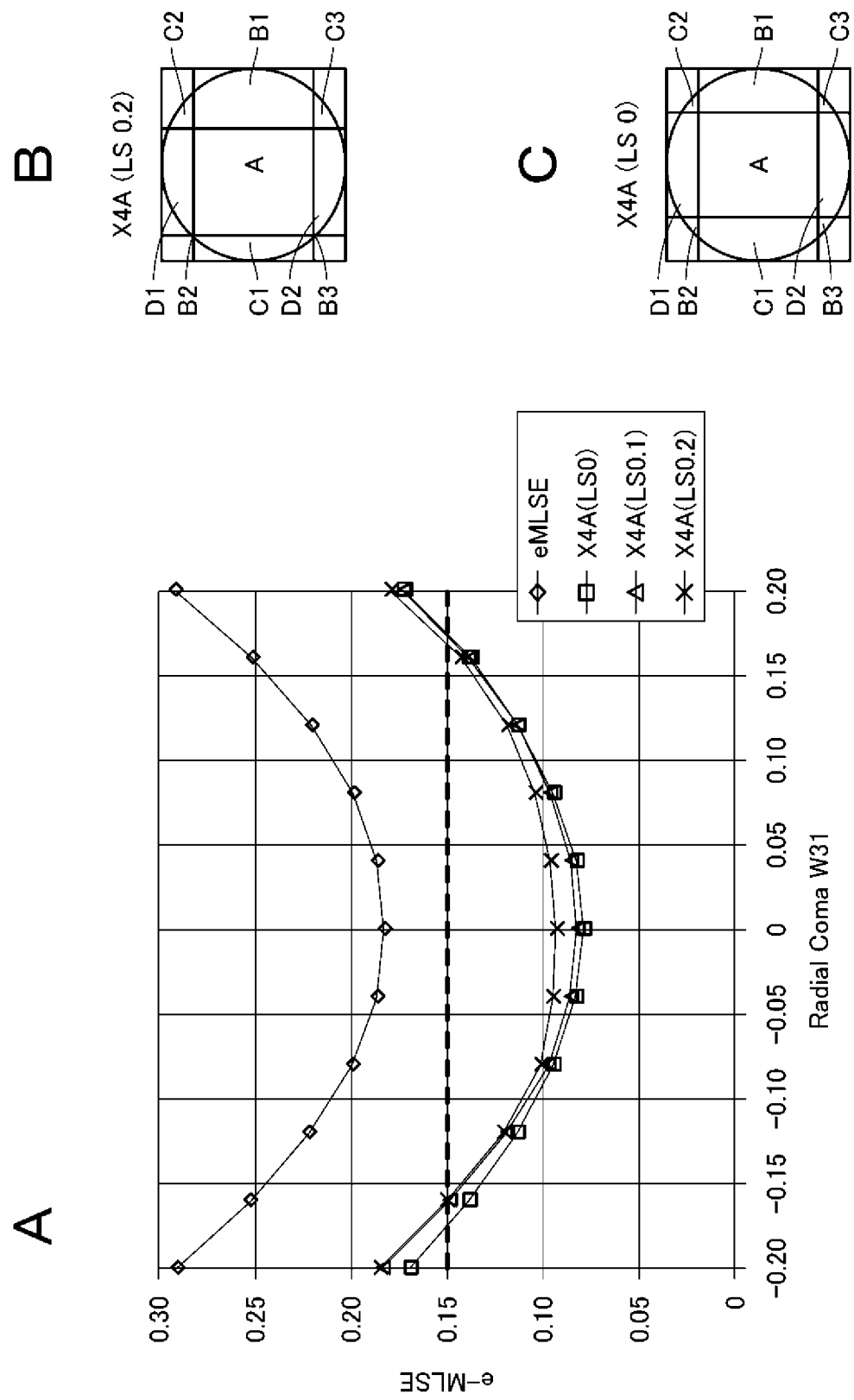
[図32]



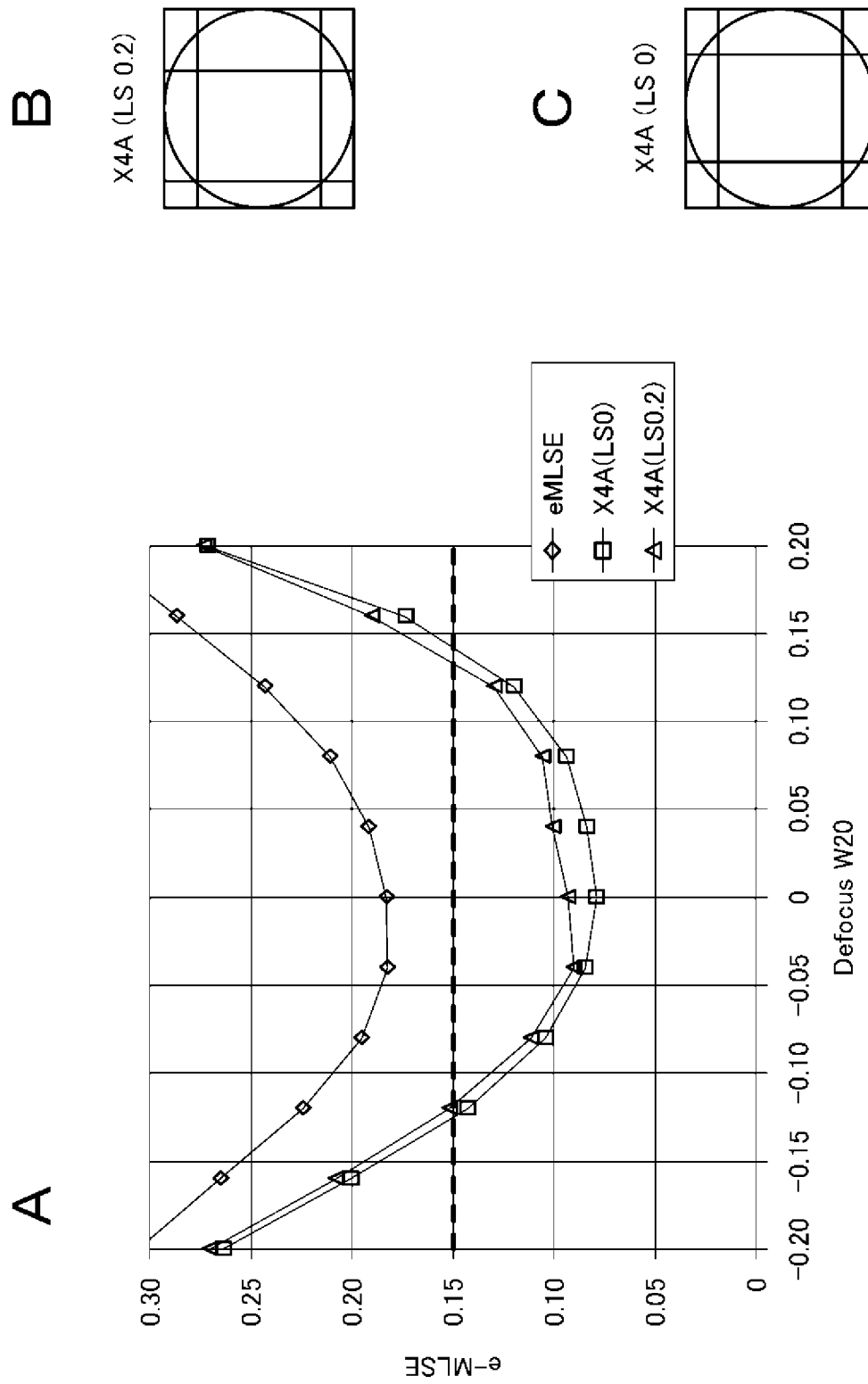
[図33]



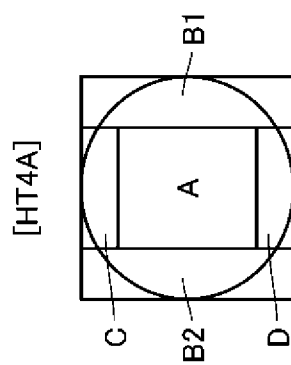
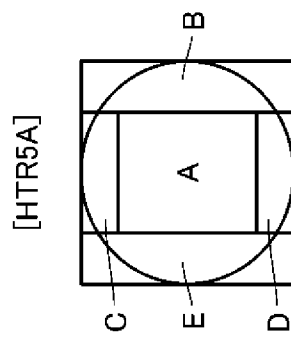
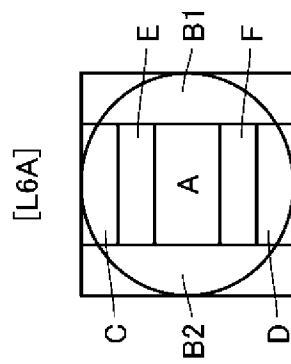
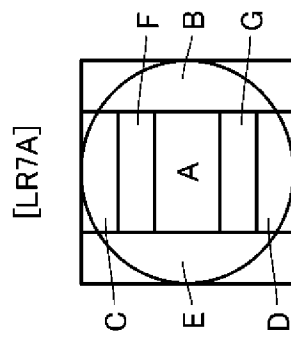
[図34]



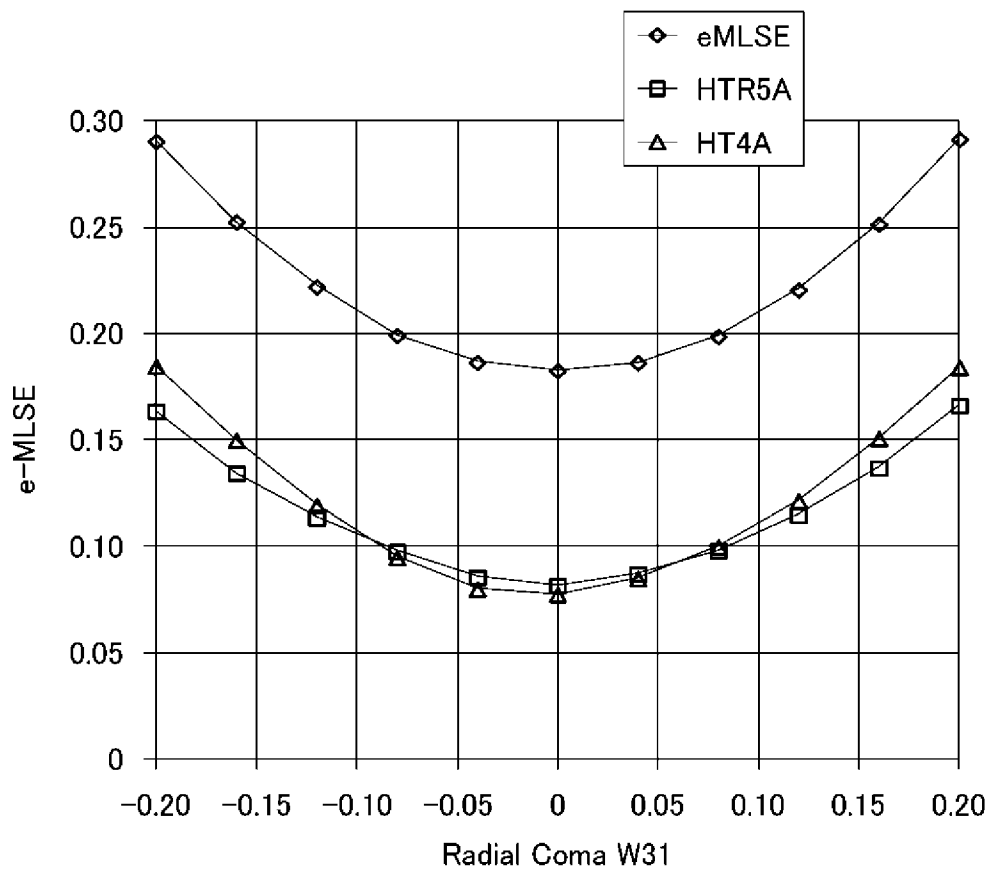
[図35]



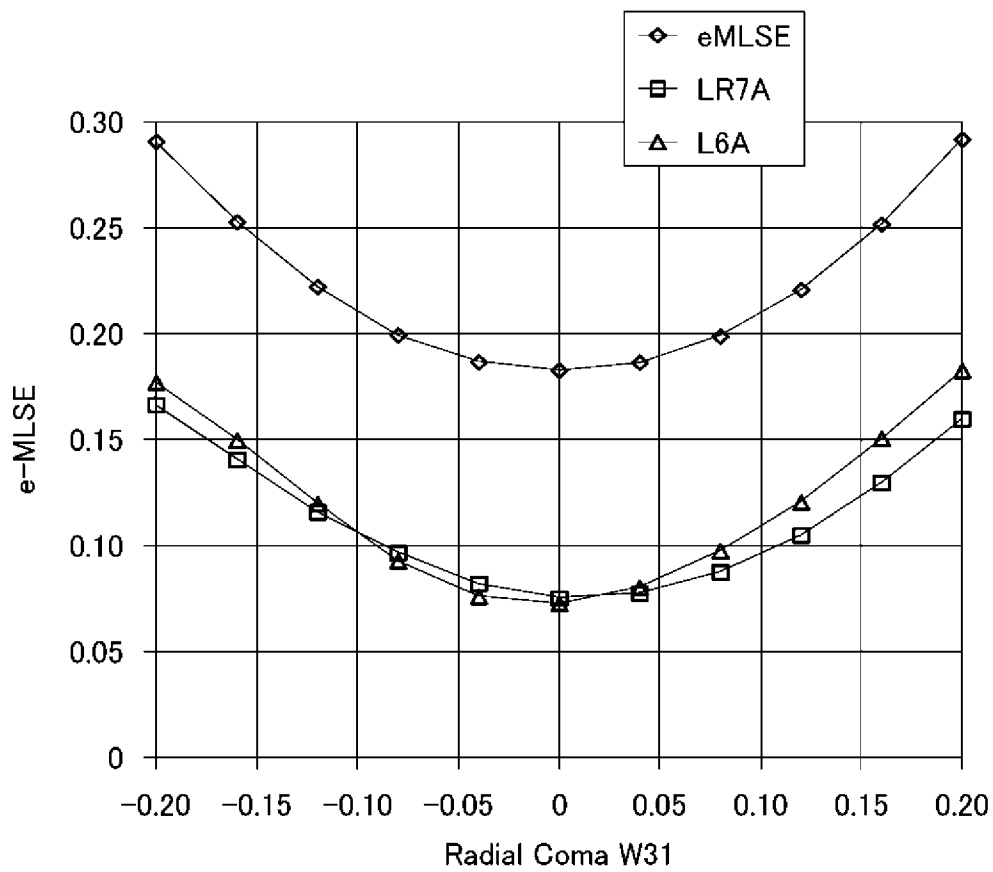
[図36]



[図37]

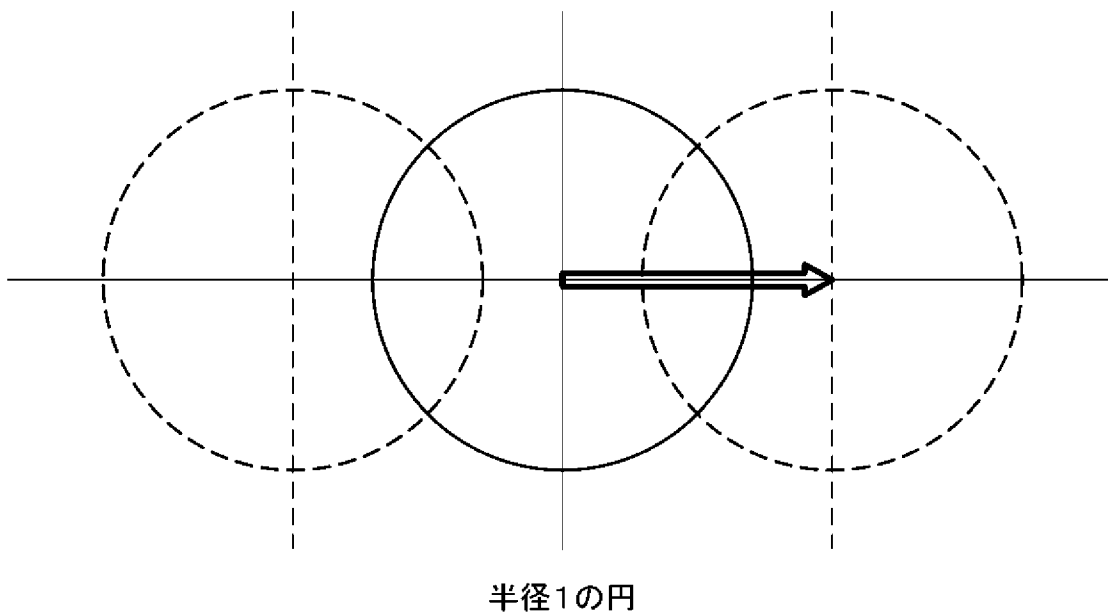


[図38]

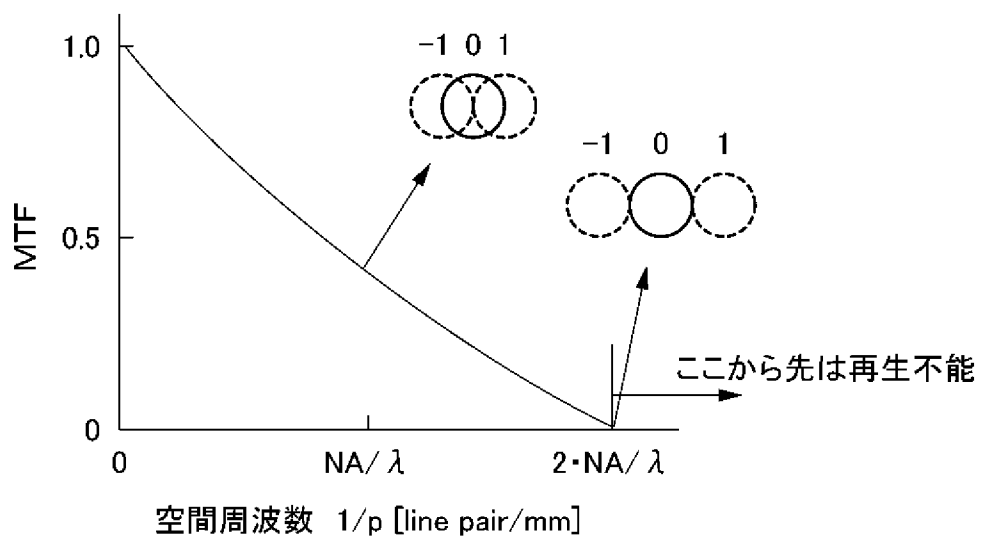


[図39]

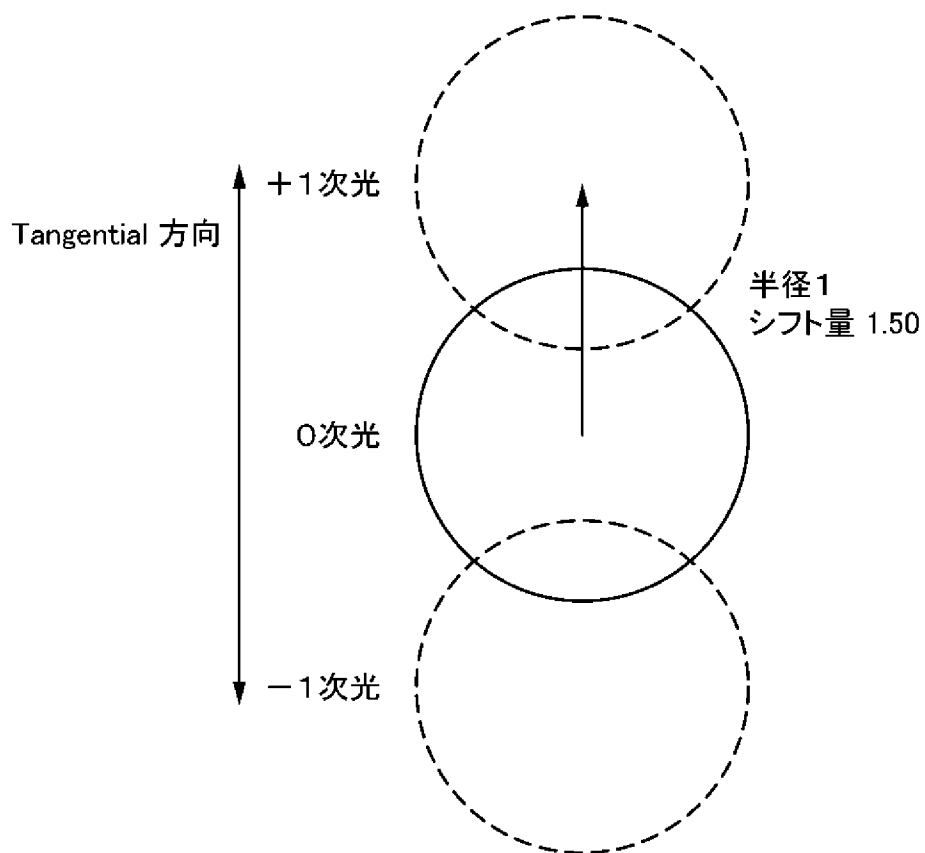
$$\text{回折光のシフト量} = \lambda / (NA \cdot p) = (\lambda / NA) / p$$



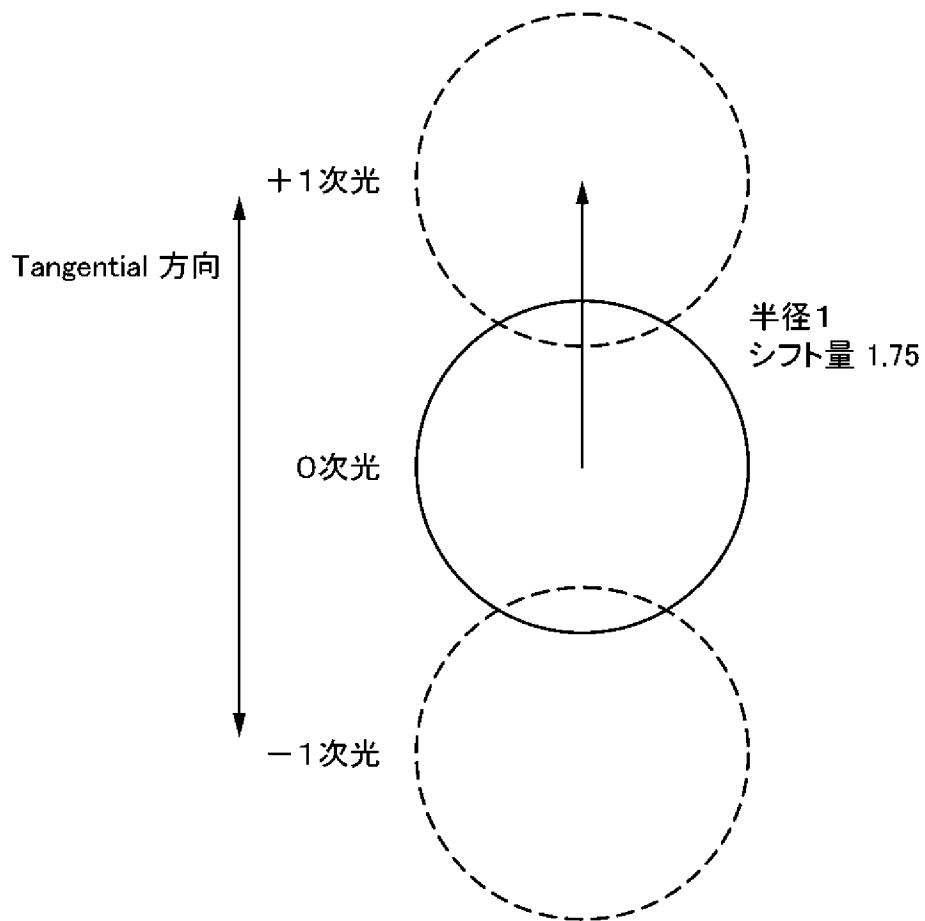
[図40]



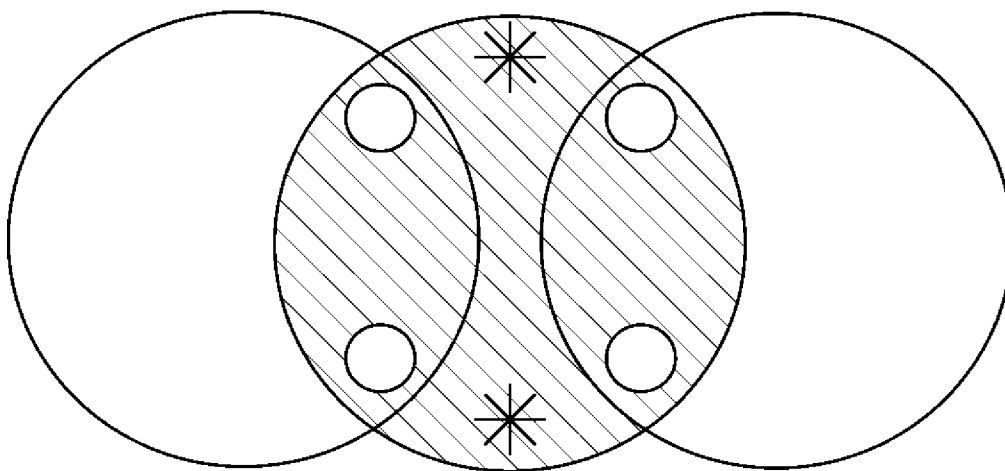
[図41]



[図42]

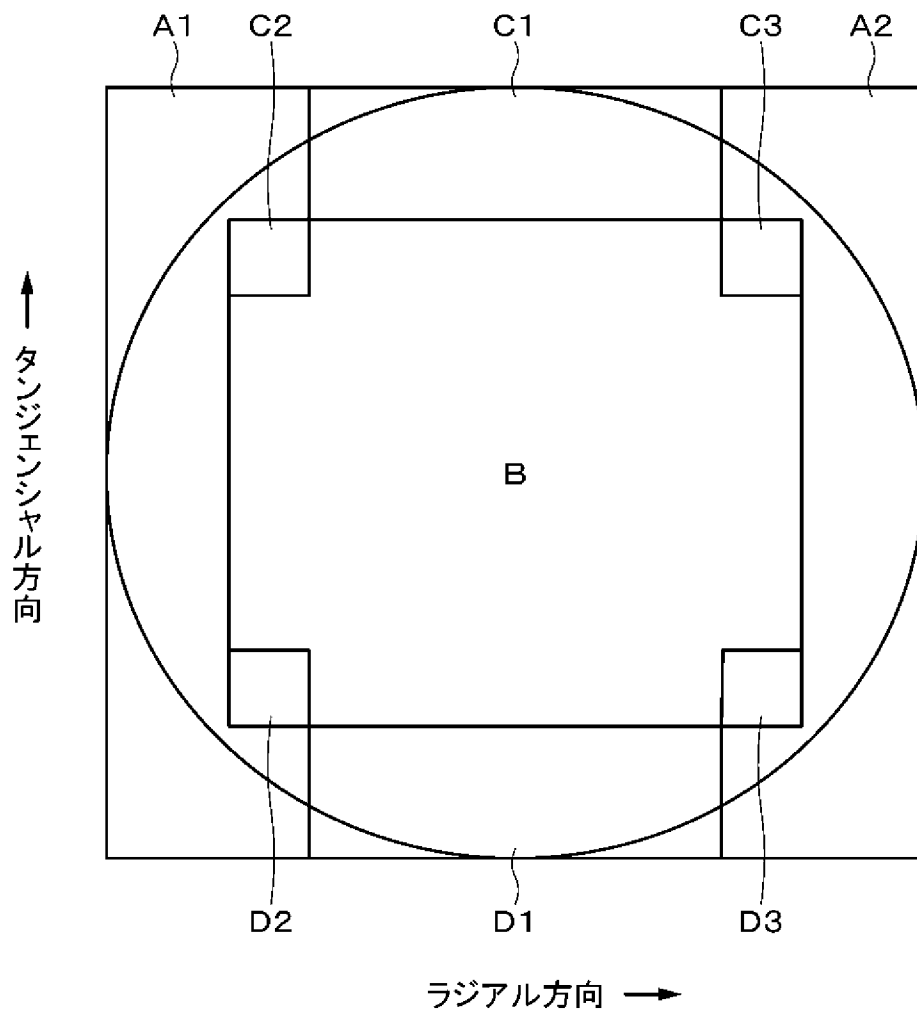


[図43]

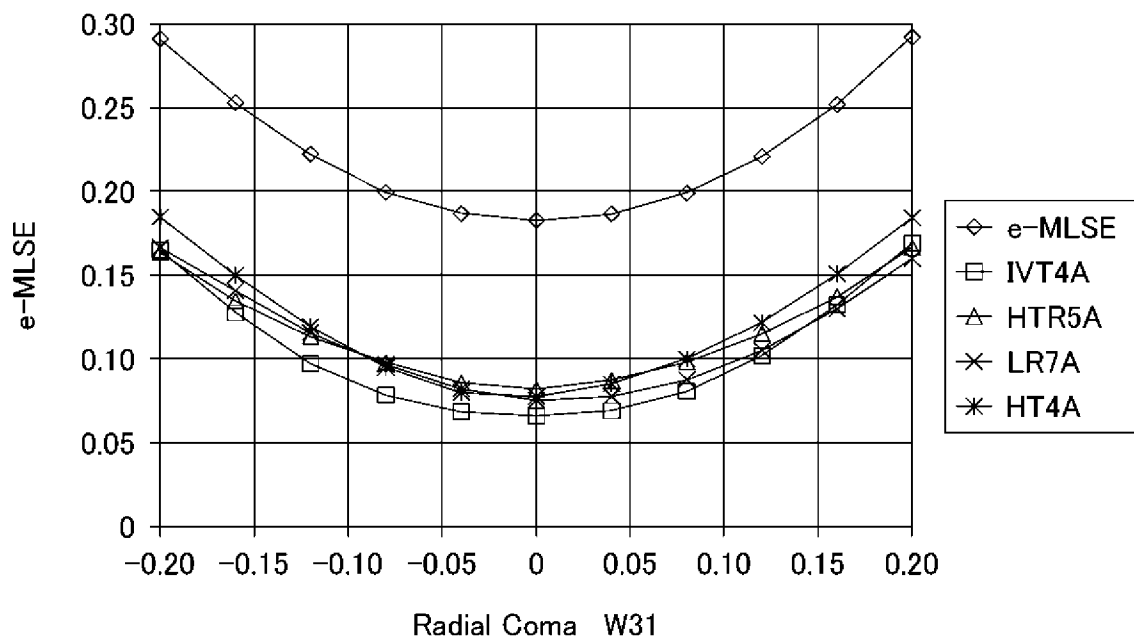


[図44]

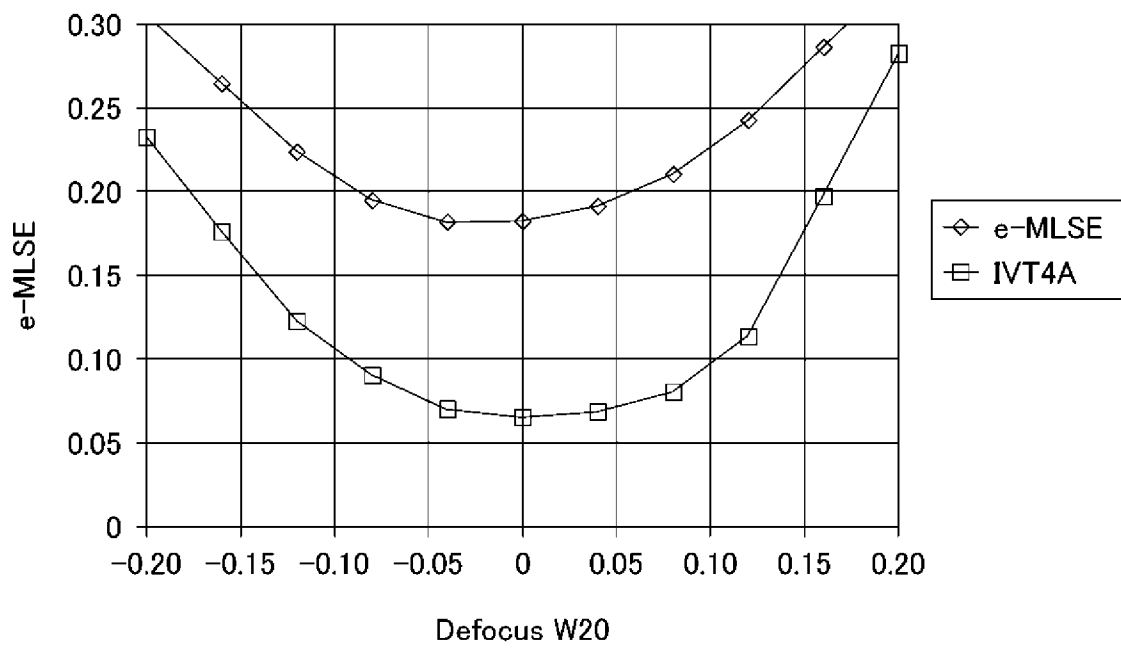
[IVT4]



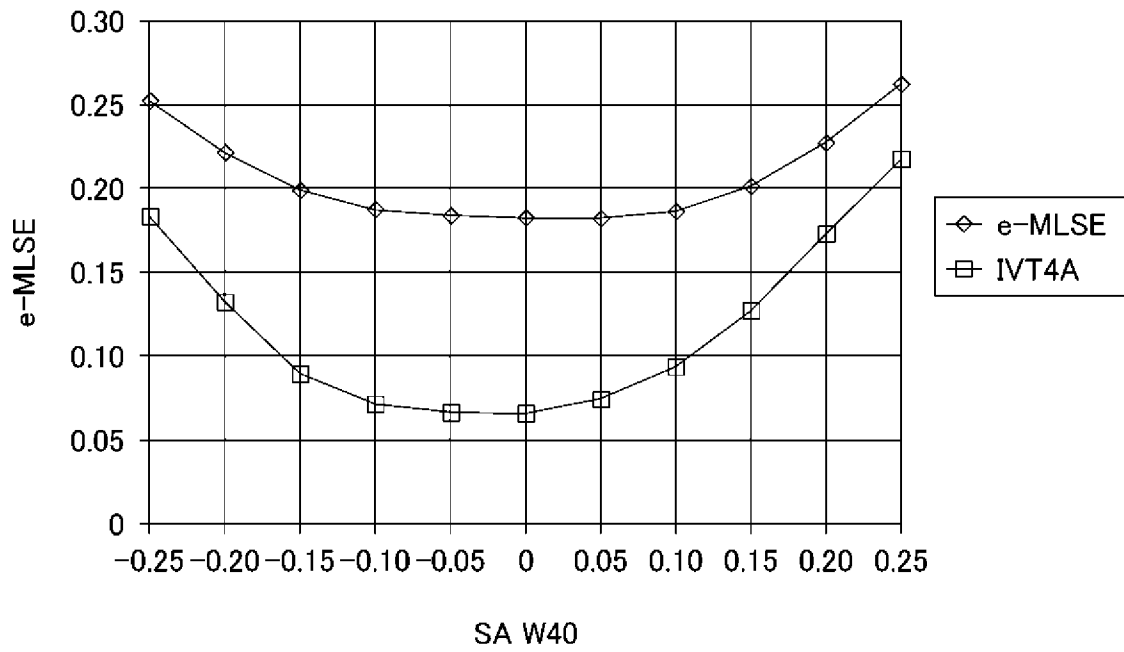
[図45]



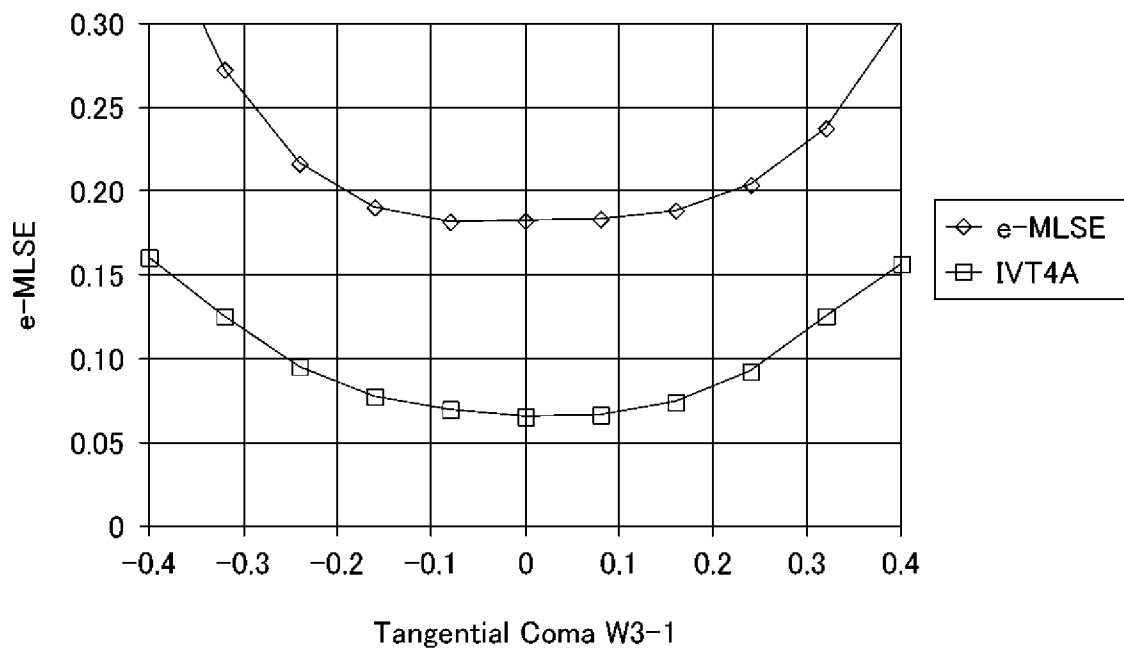
[図46]



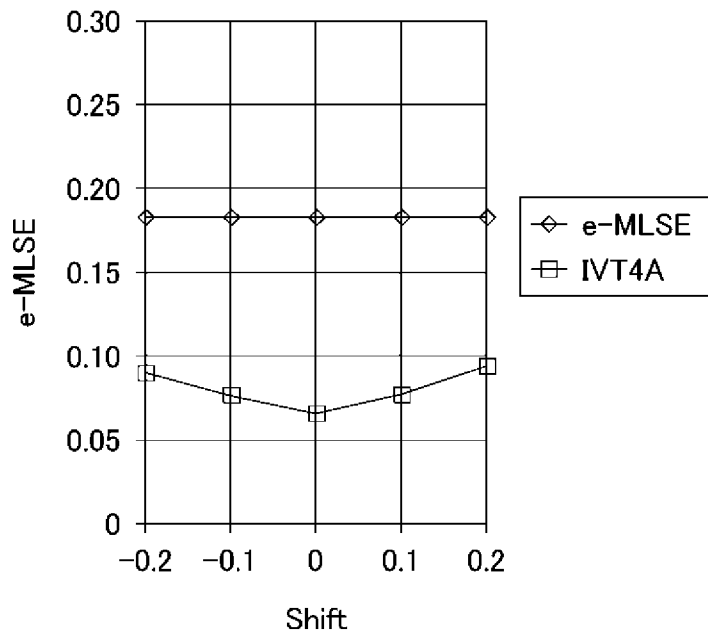
[図47]



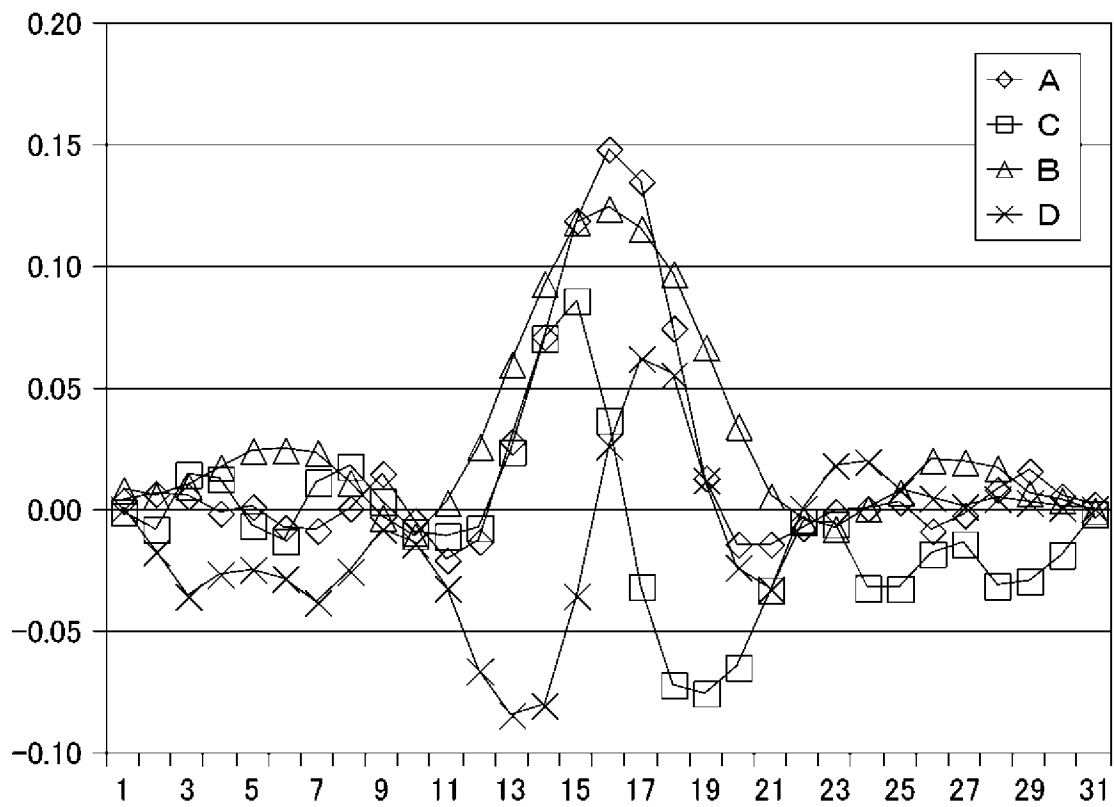
[図48]



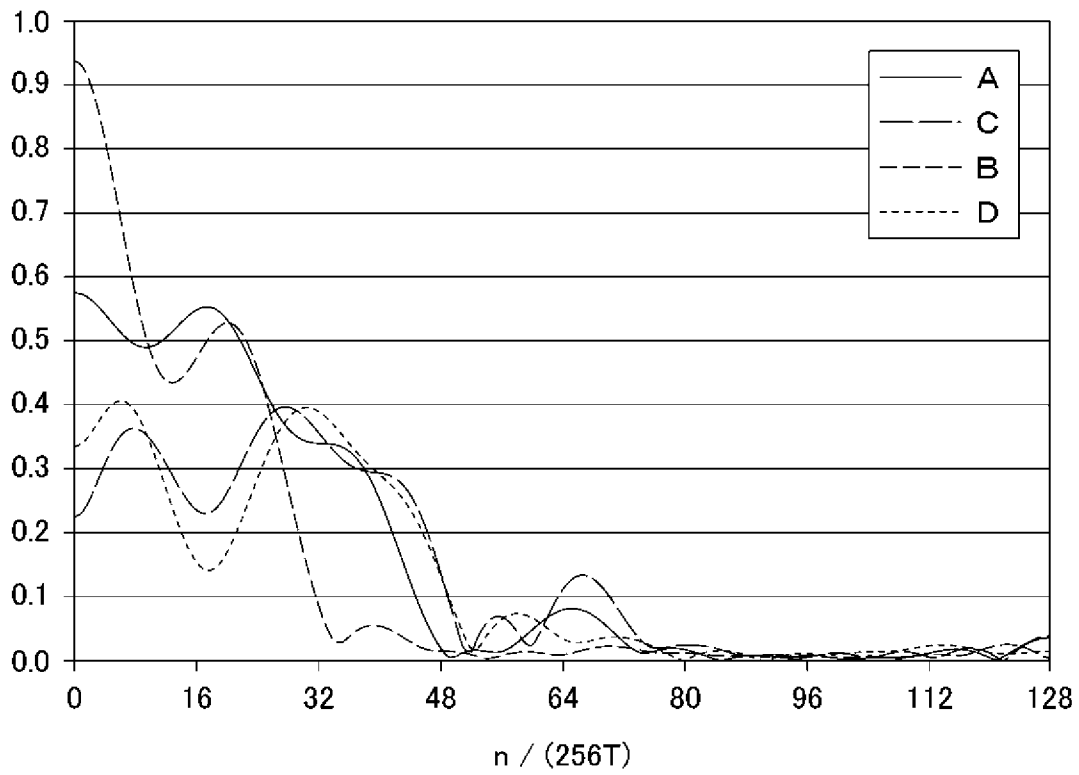
[図49]



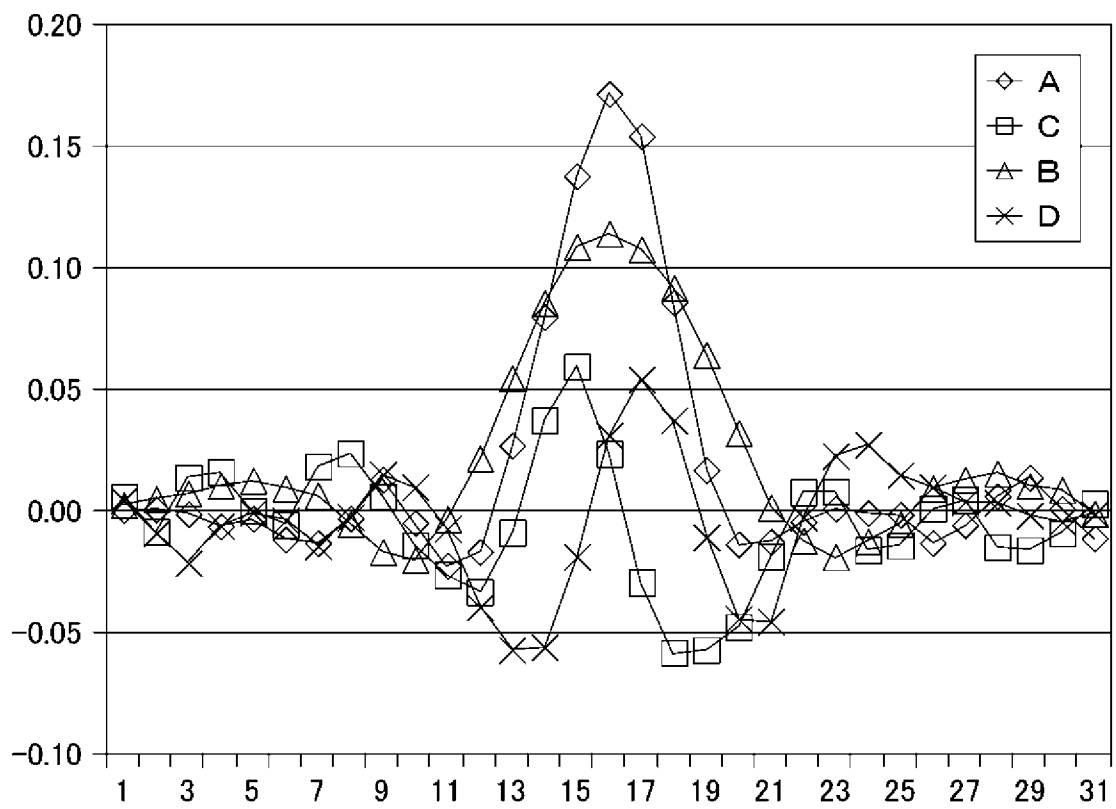
[図50]



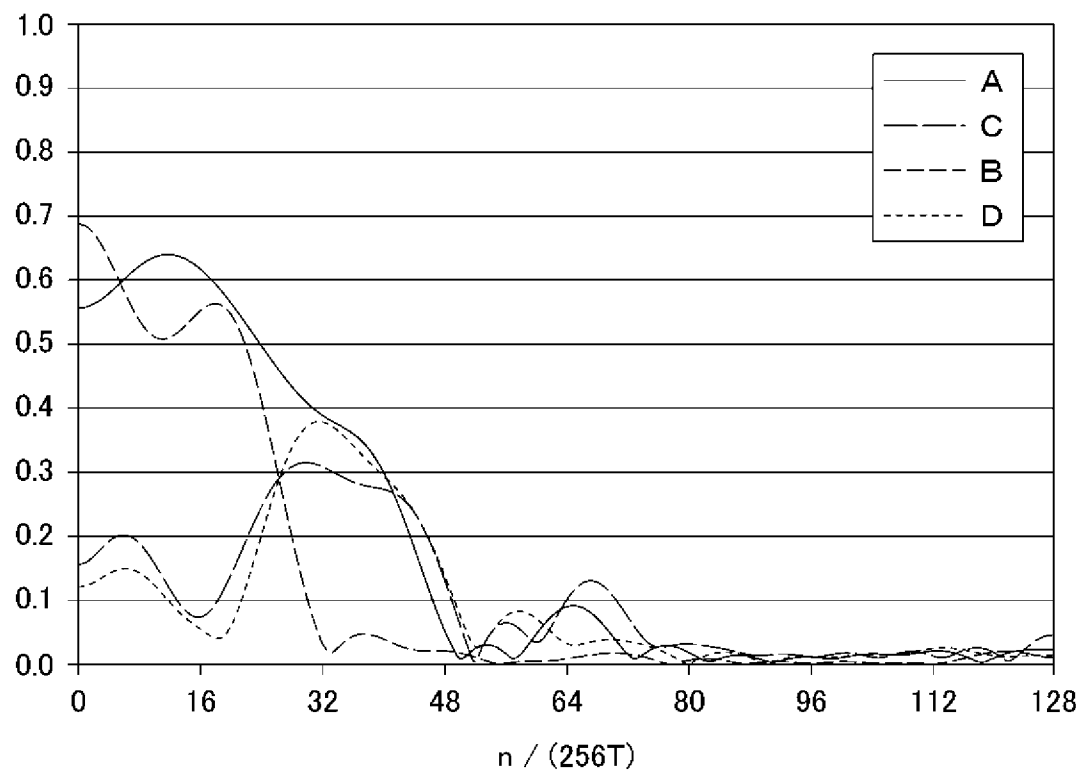
[図51]



[図52]

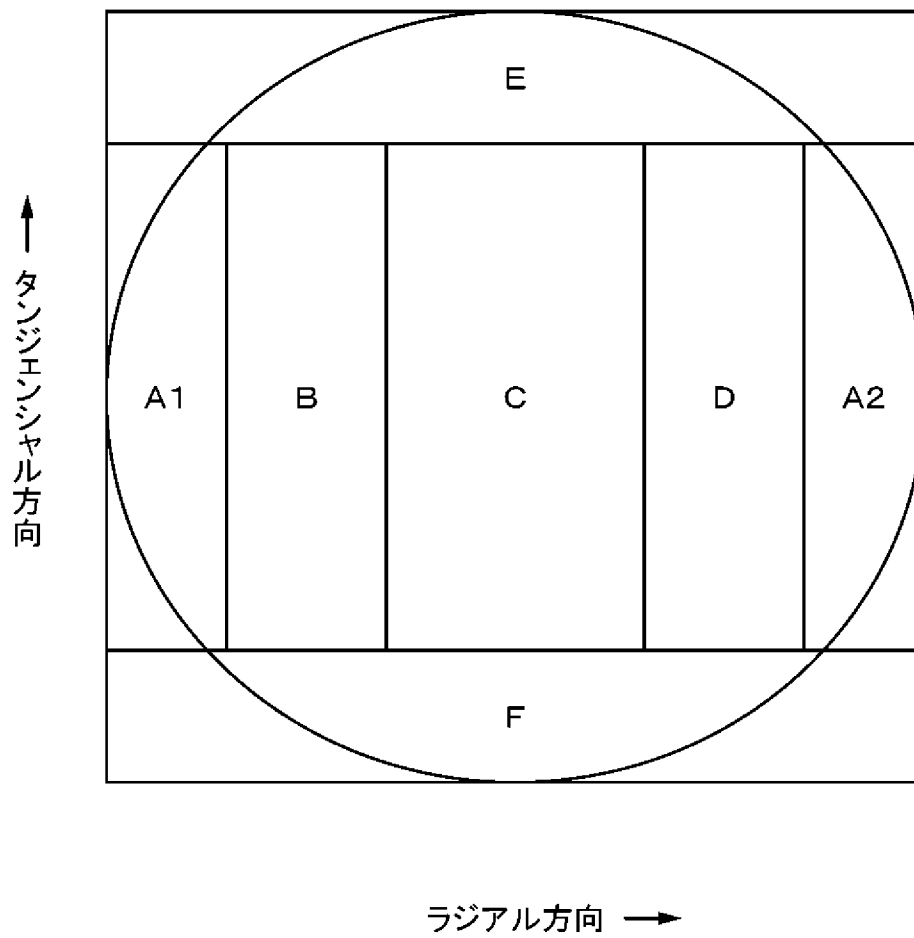


[図53]

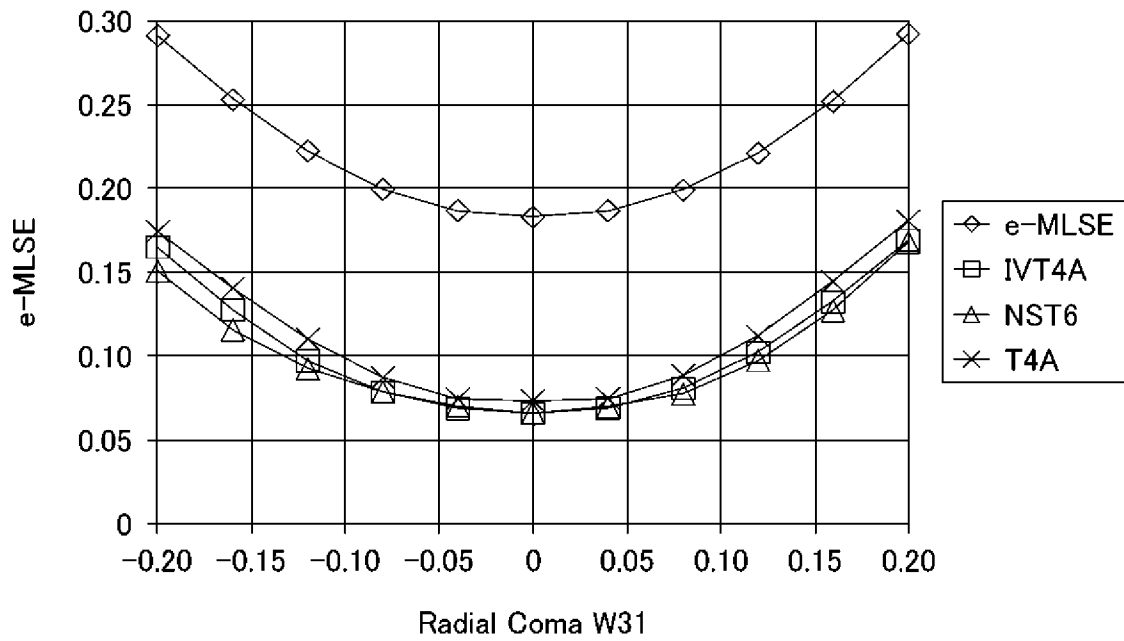


[図54]

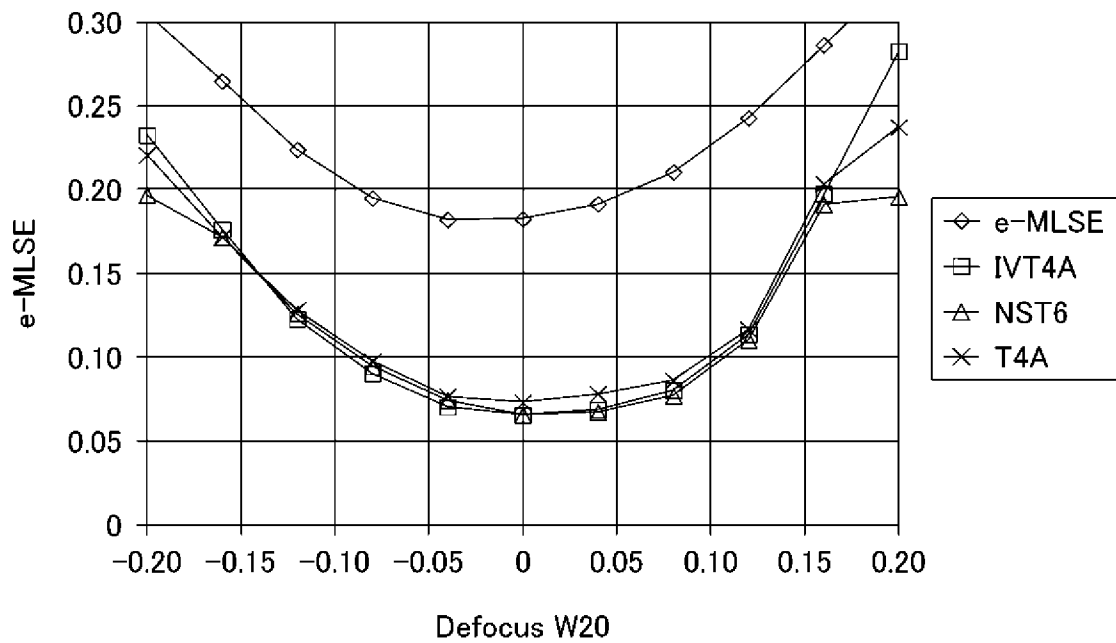
[NST6]



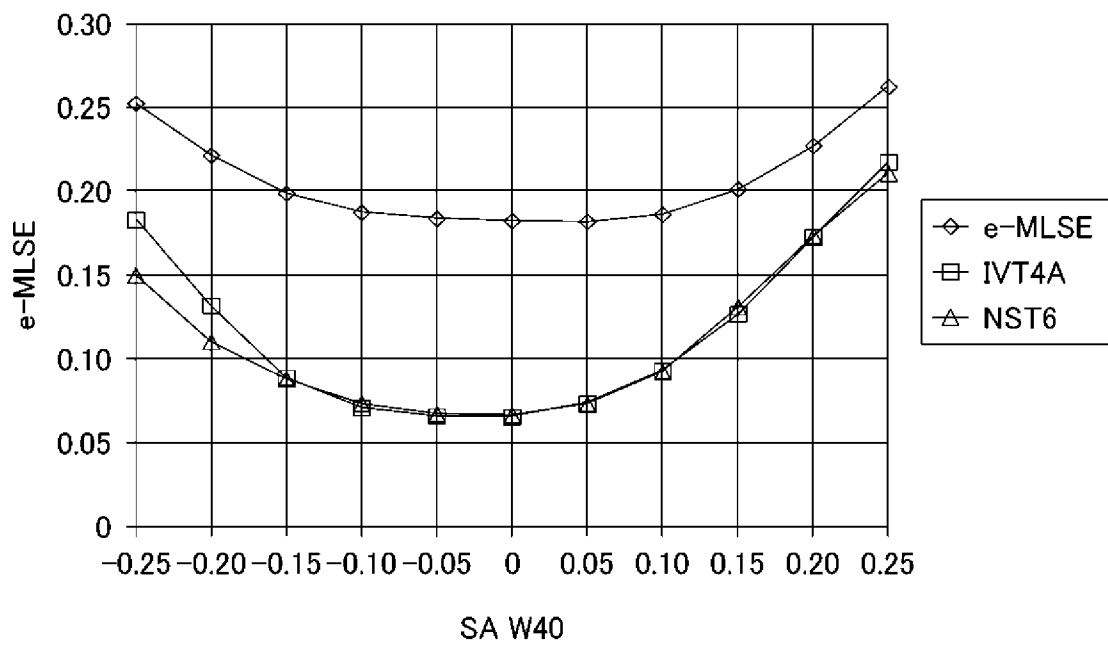
[図55]



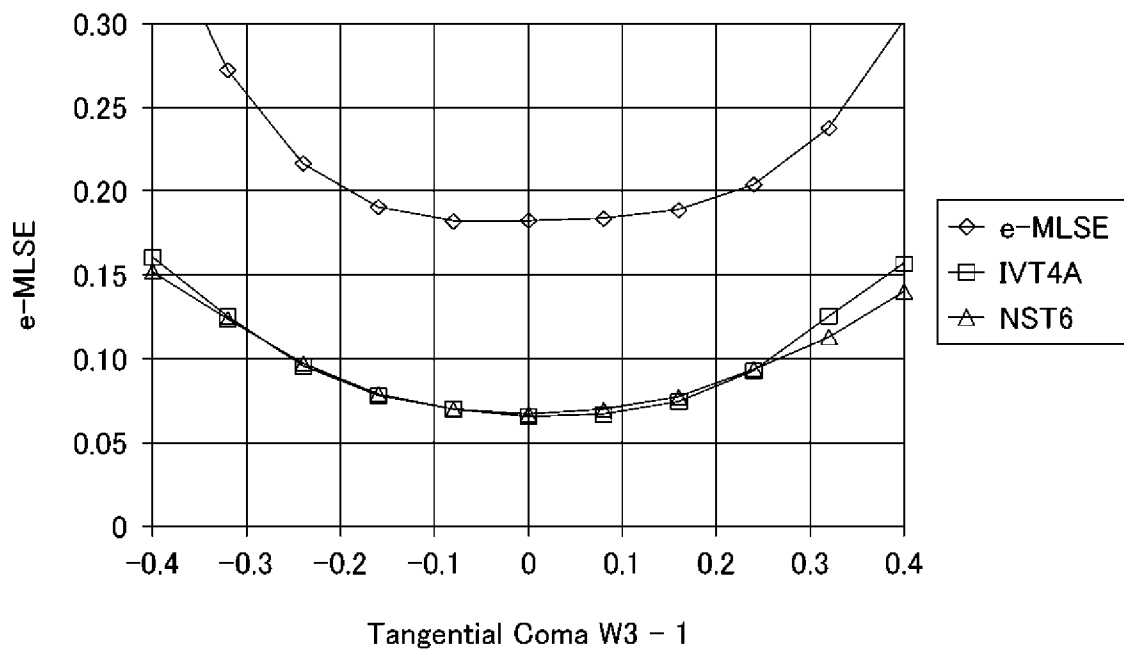
[図56]



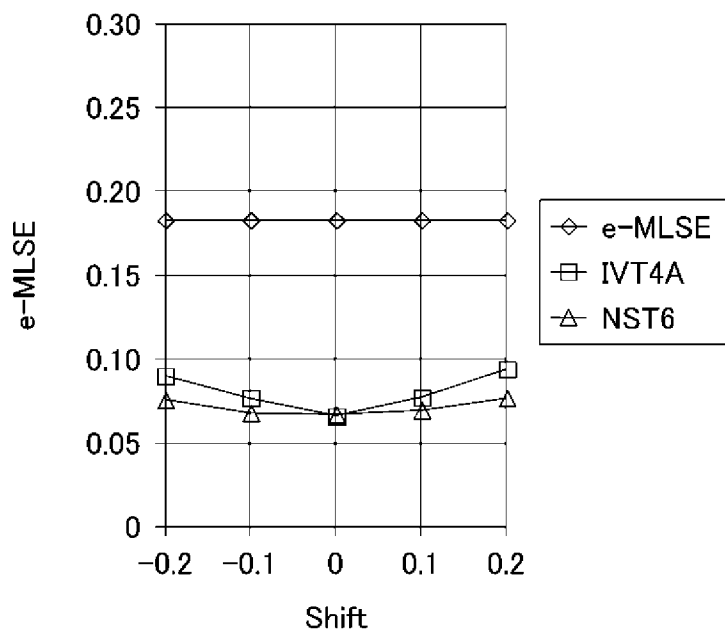
[図57]



[図58]

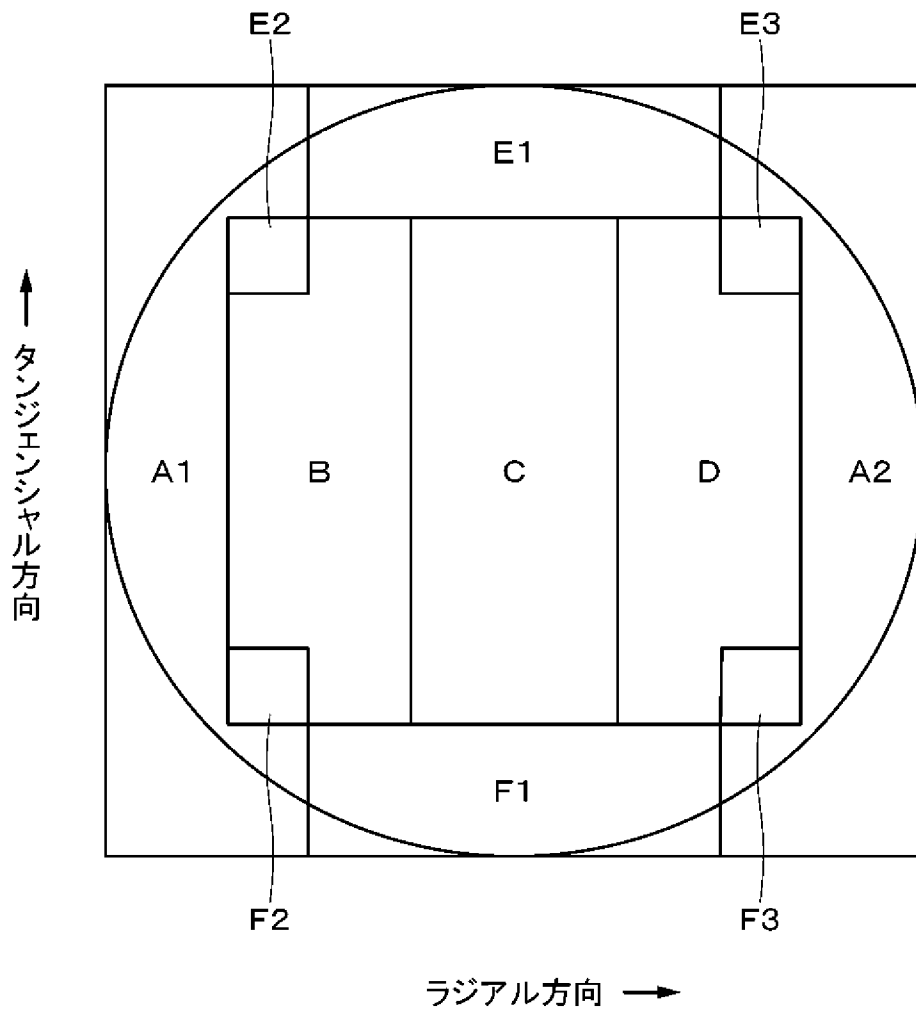


[図59]

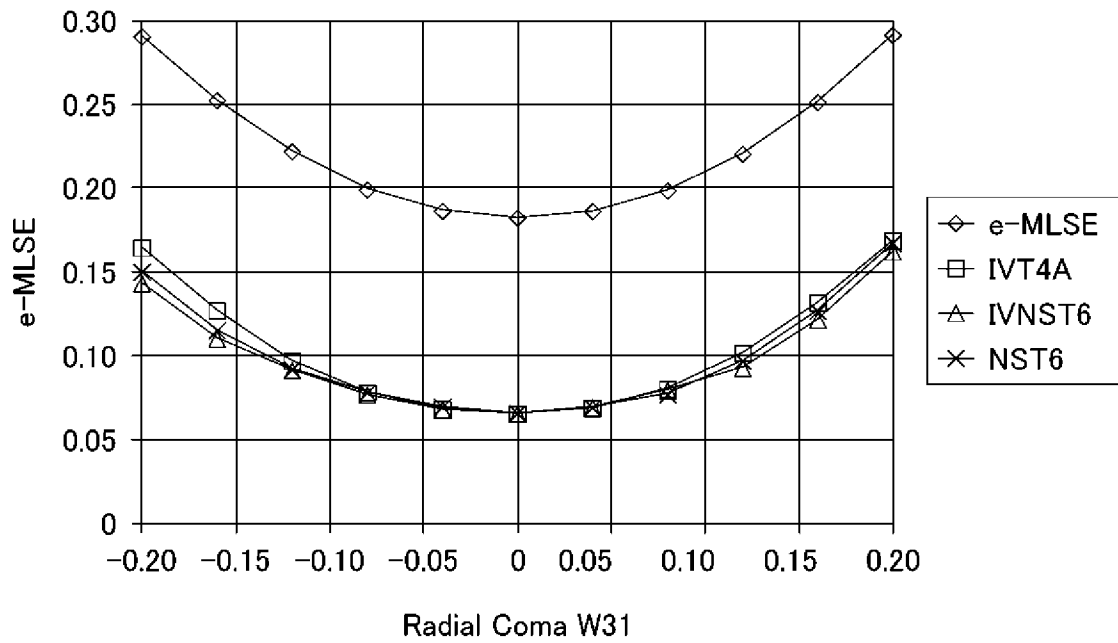


[図60]

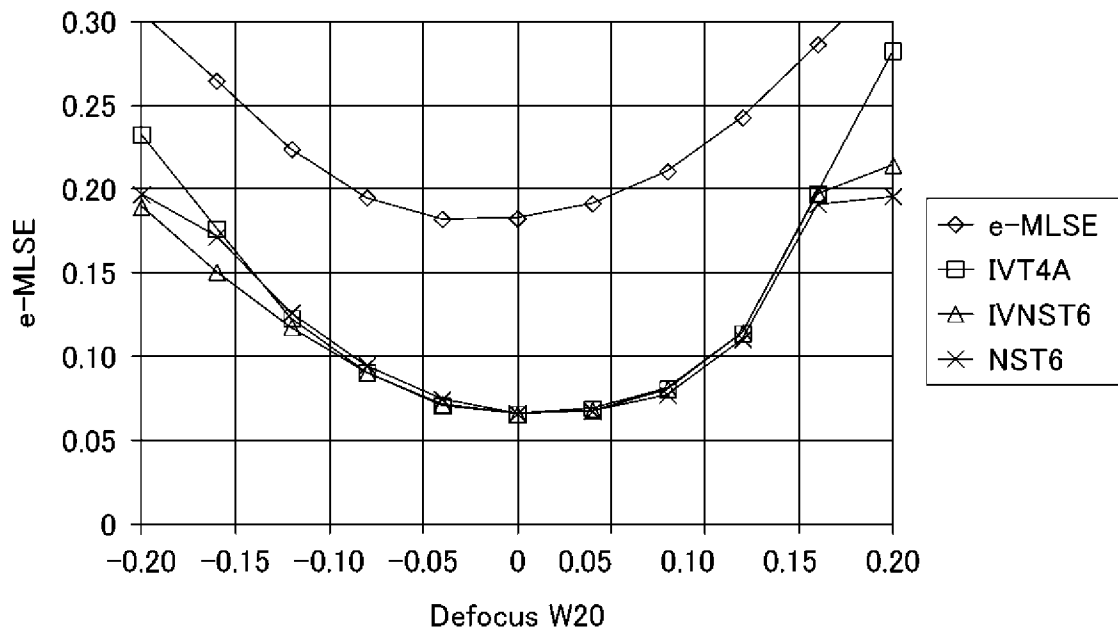
[IVNST6]



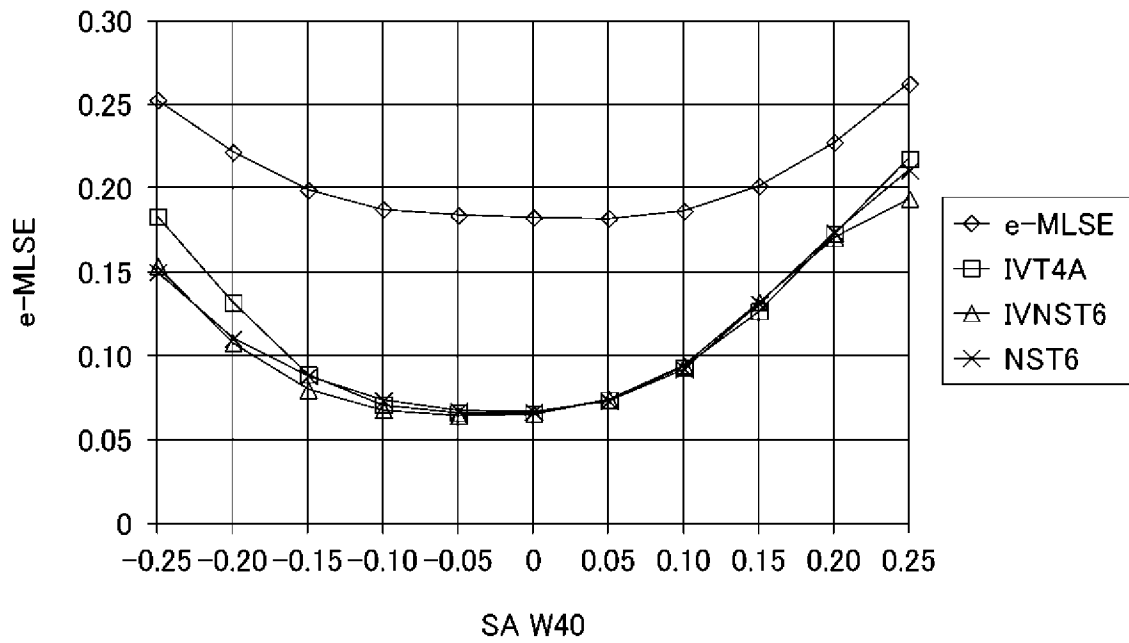
[図61]



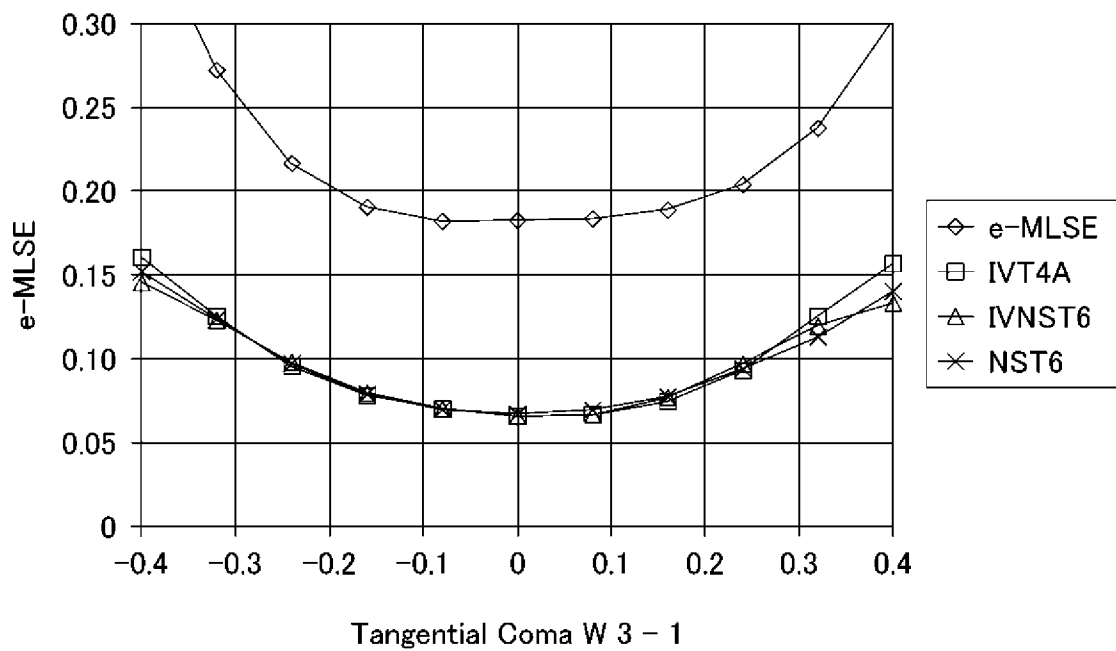
[図62]



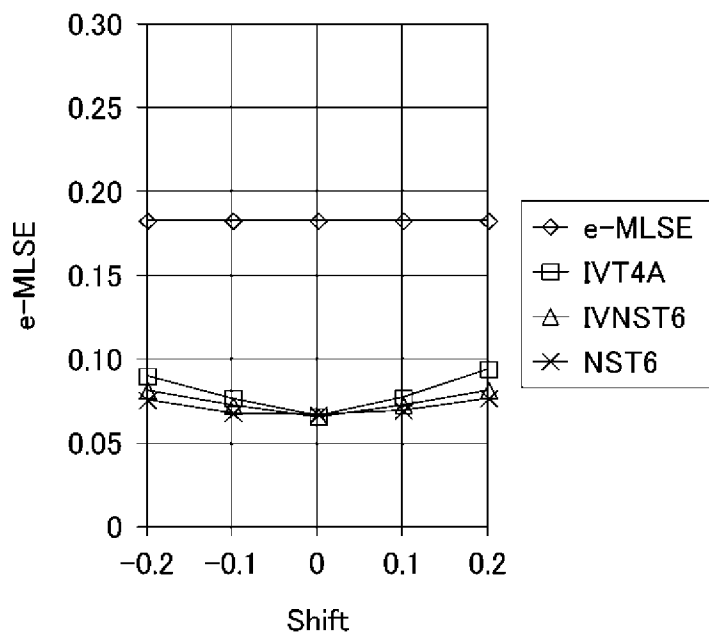
[図63]



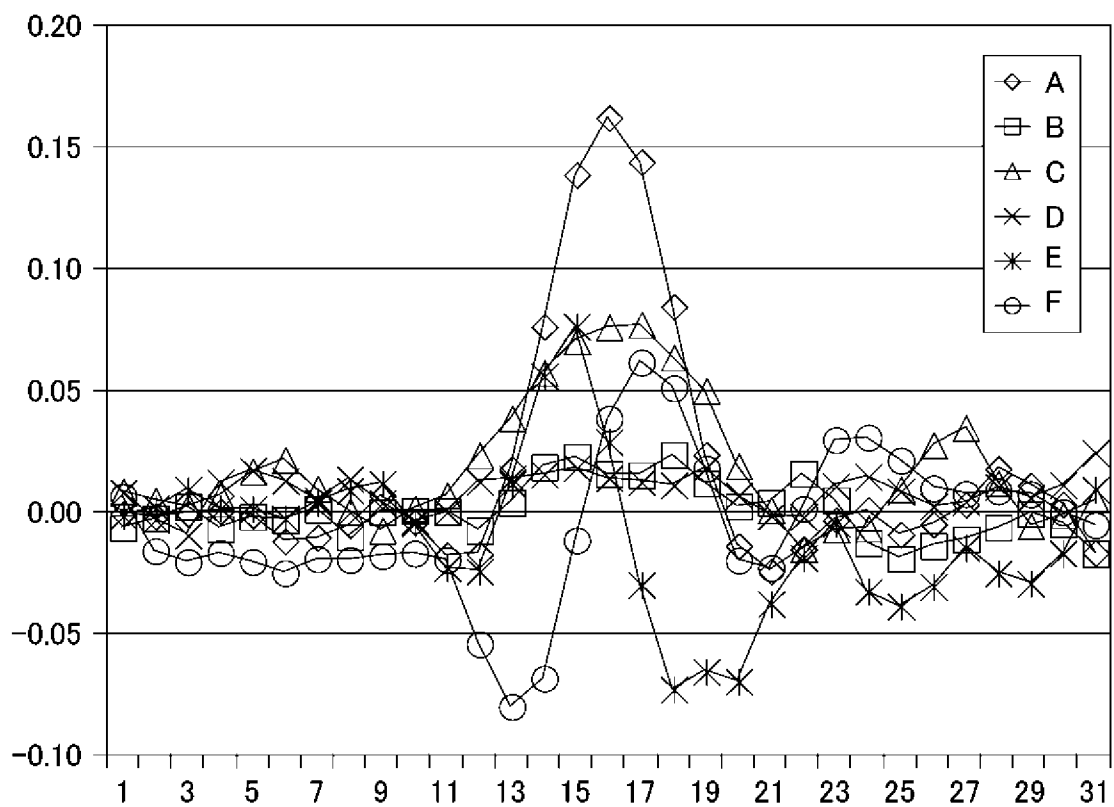
[図64]



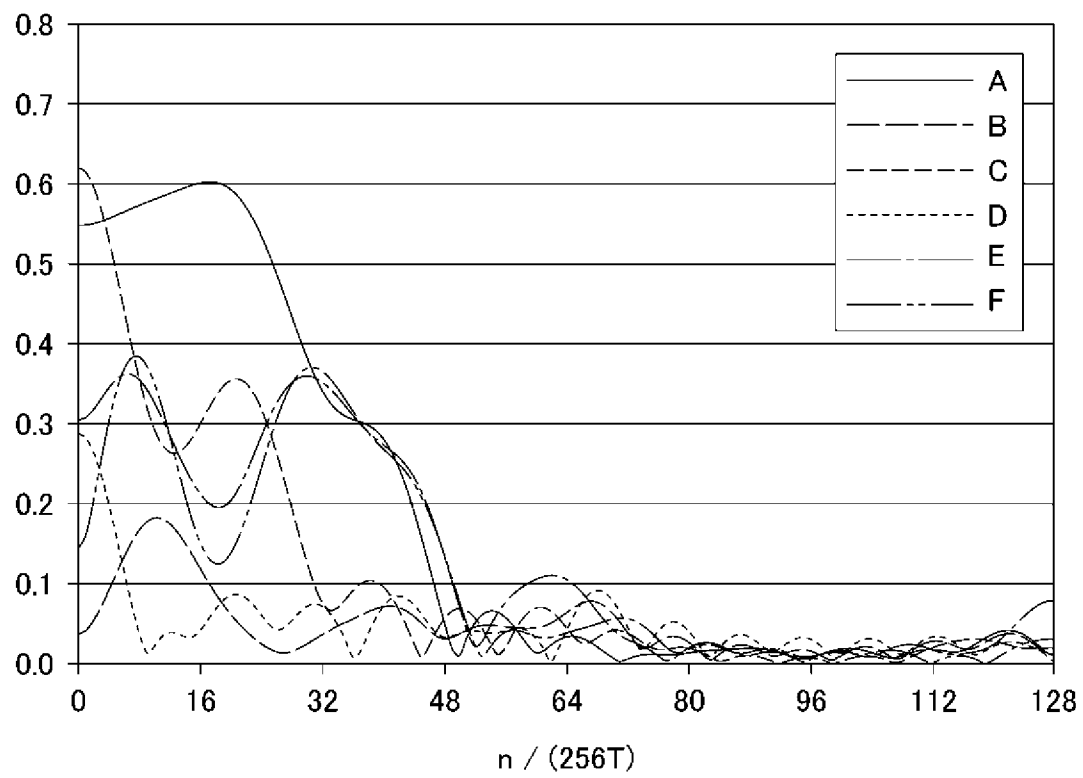
[図65]



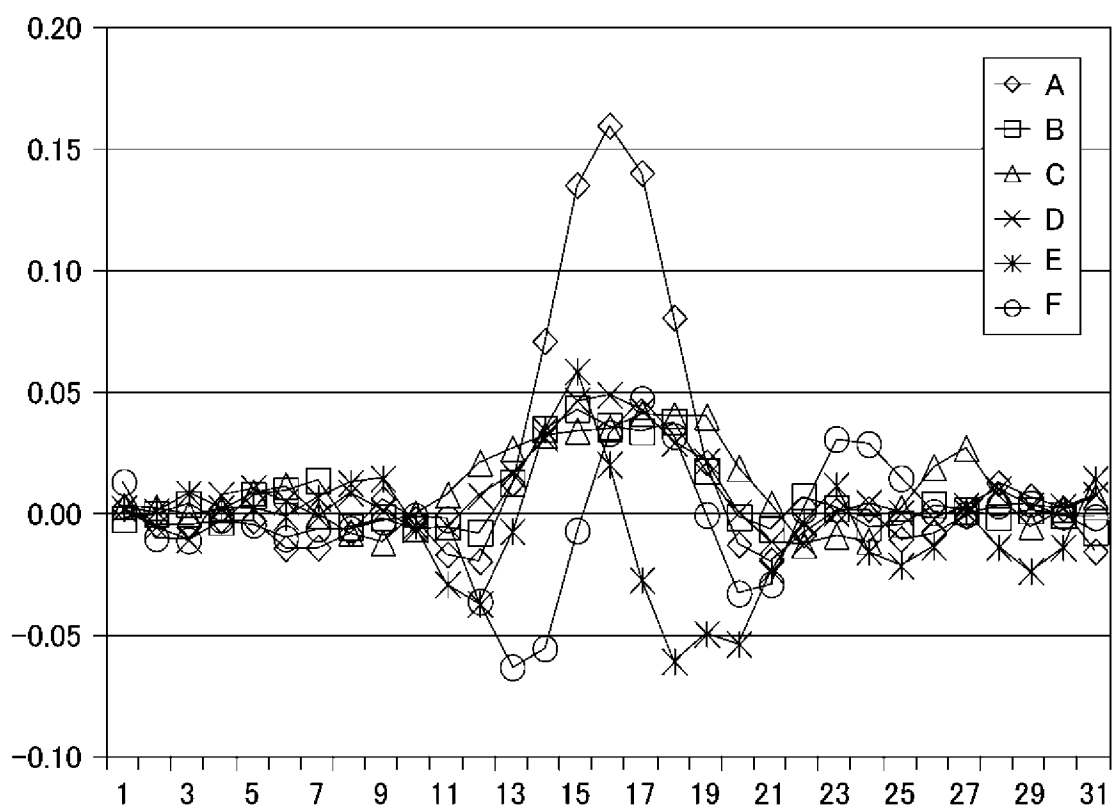
[図66]



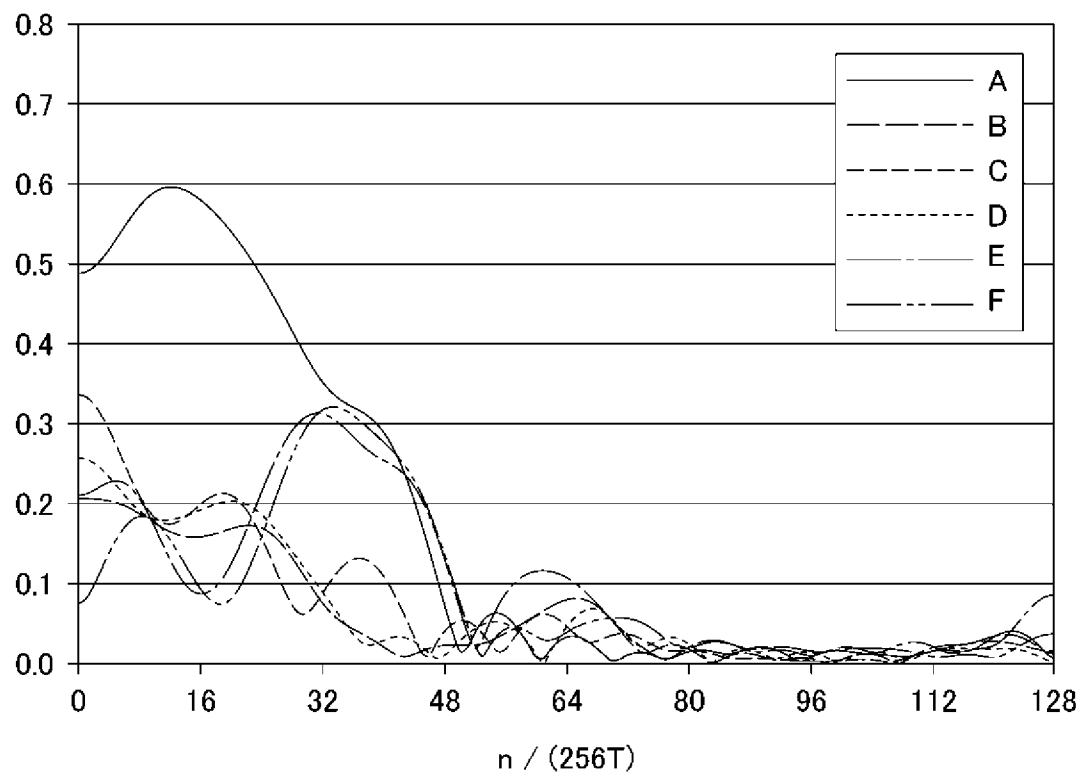
[図67]



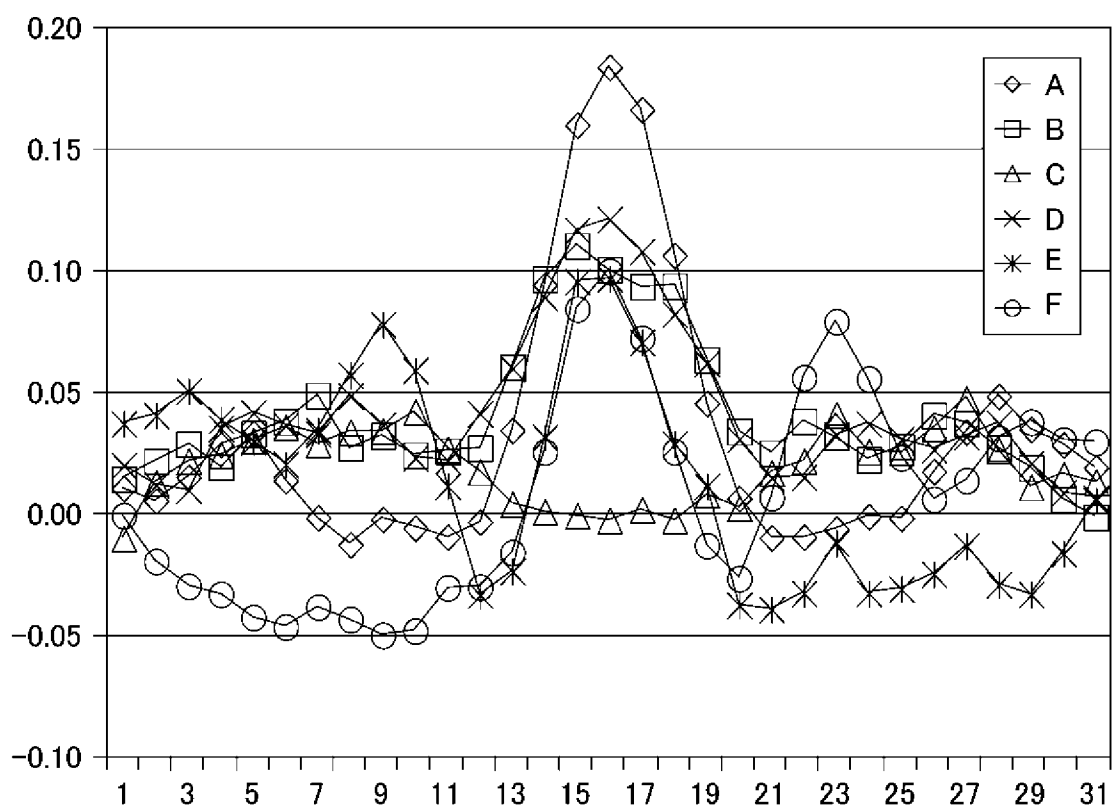
[図68]



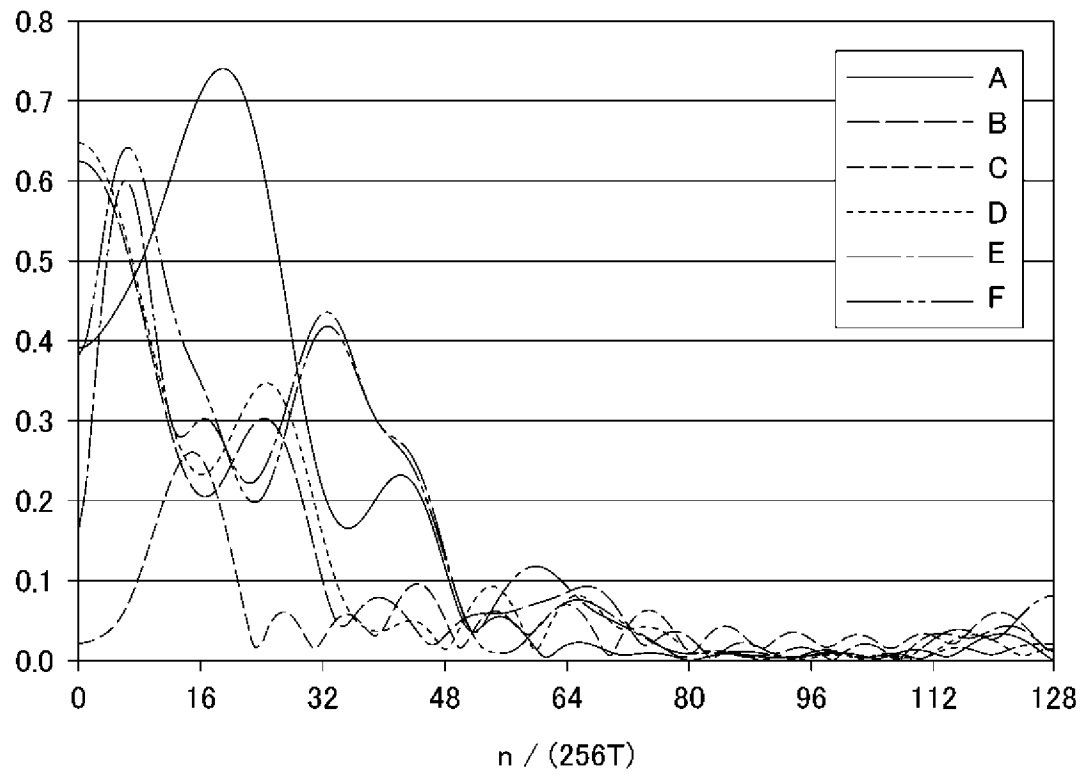
[図69]



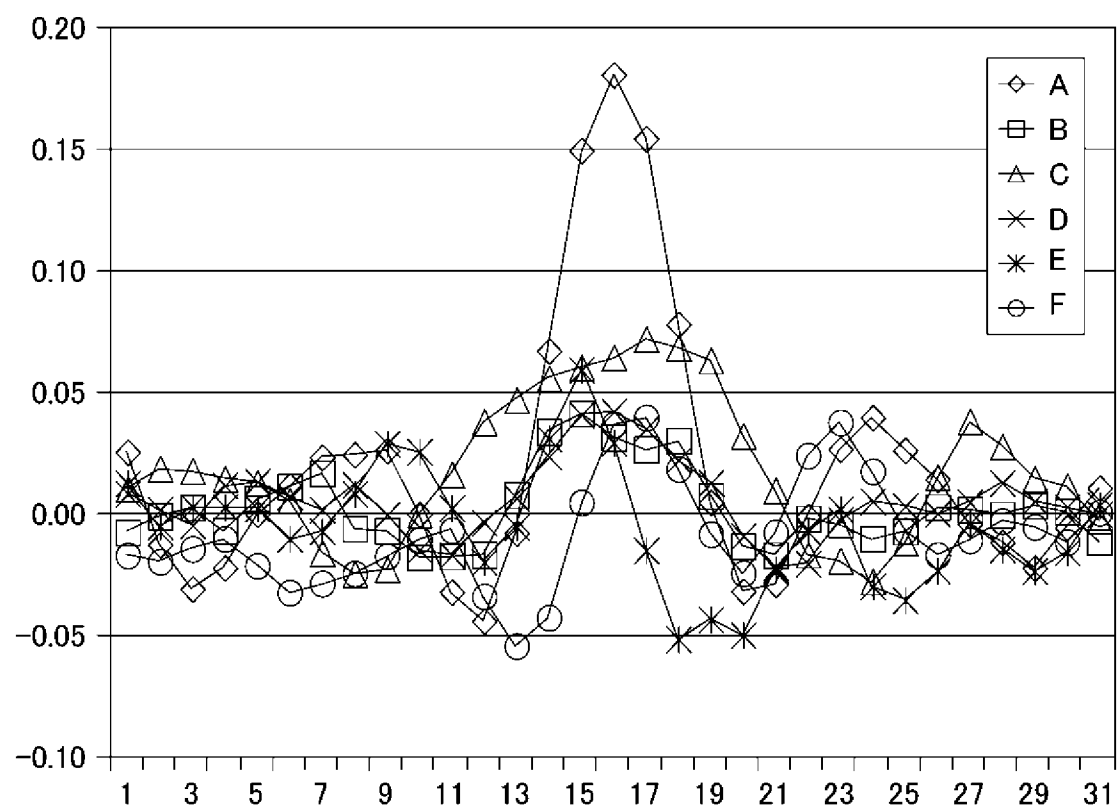
[図70]



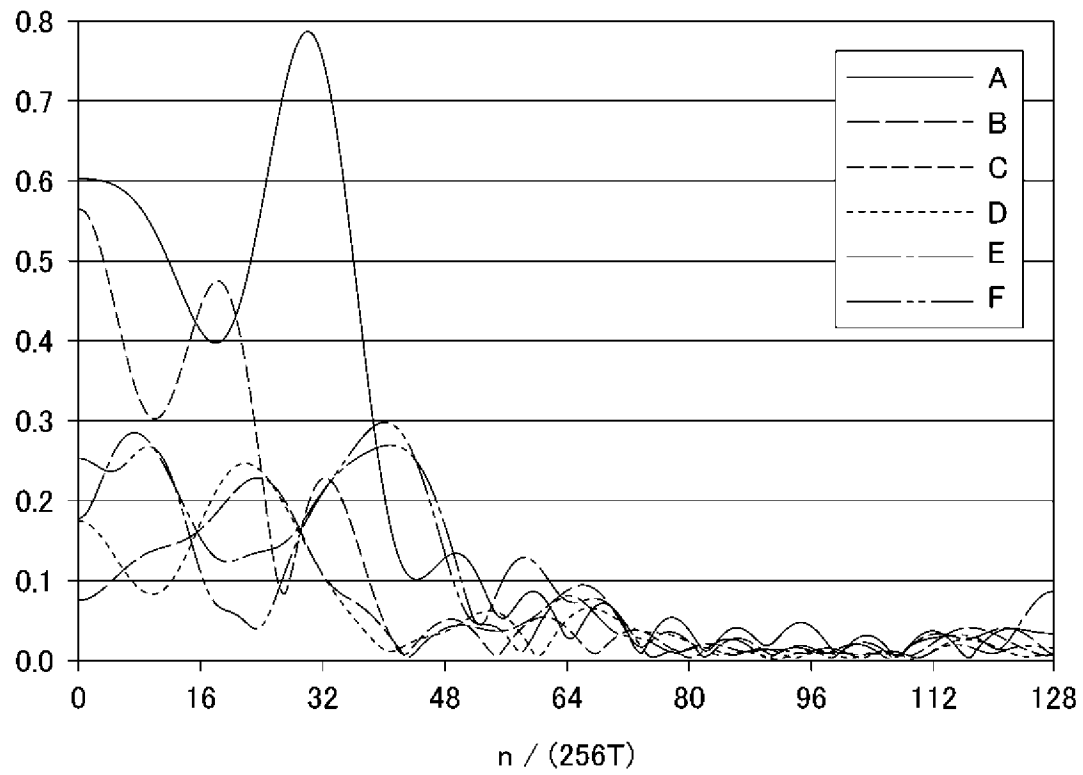
[図71]



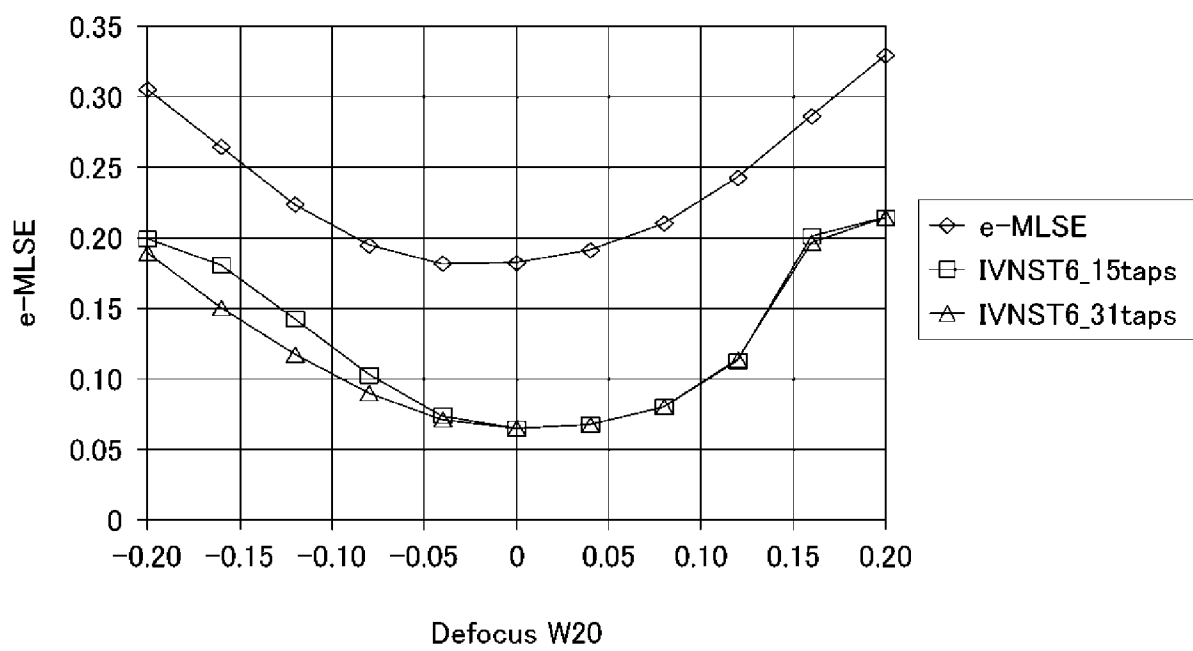
[図72]



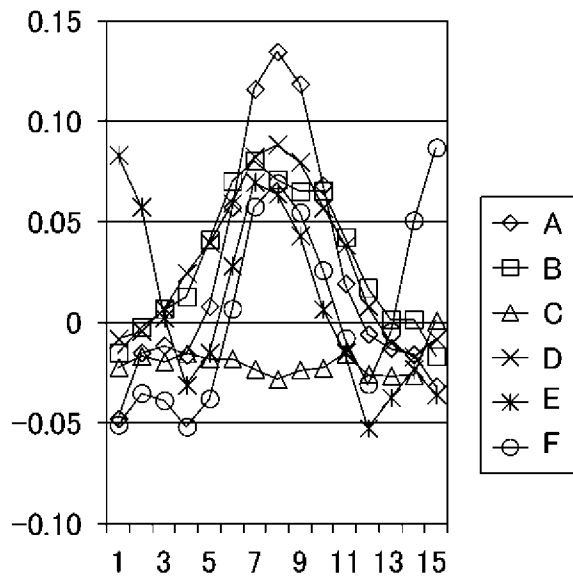
[図73]



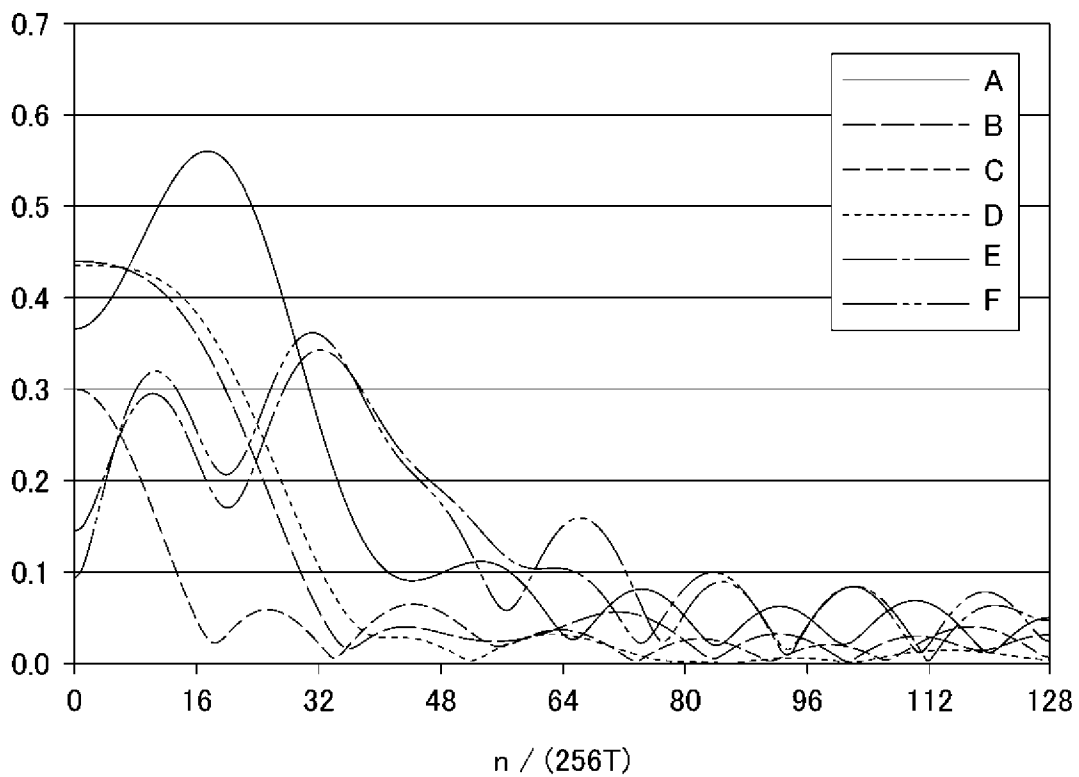
[図74]



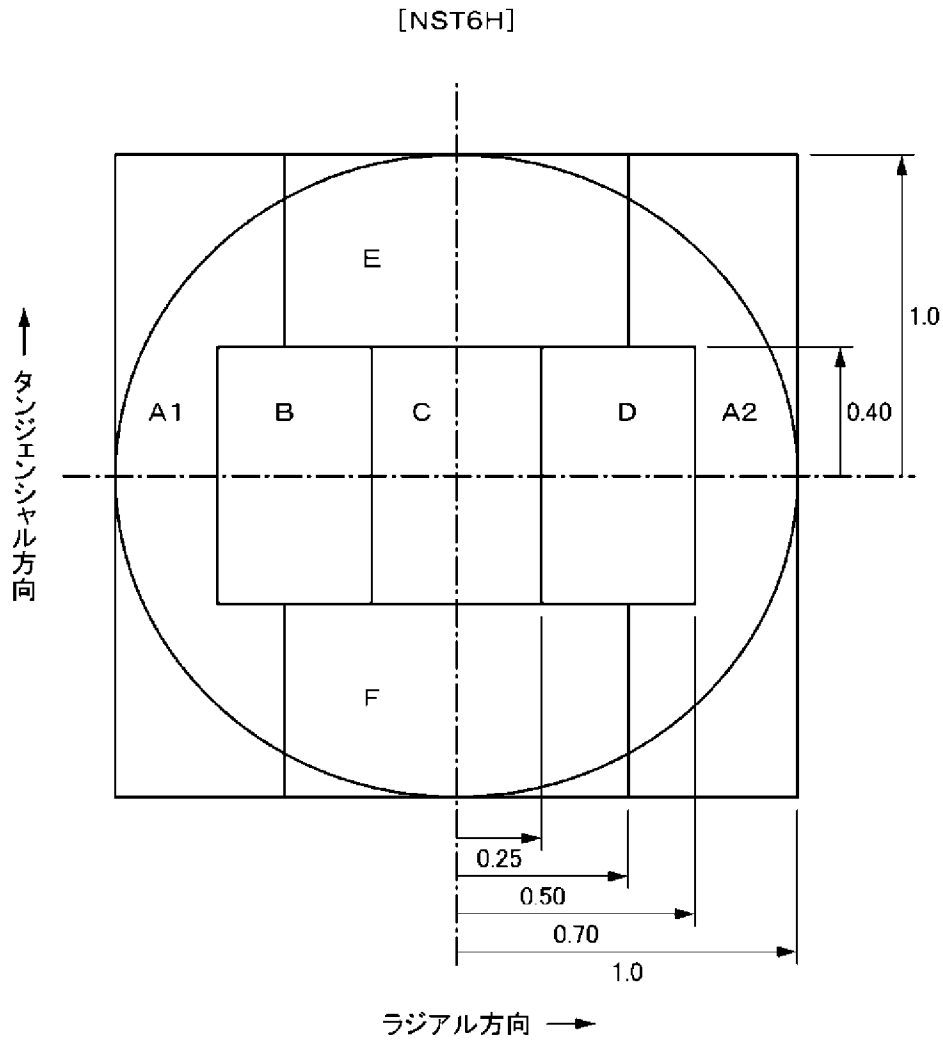
[図75]



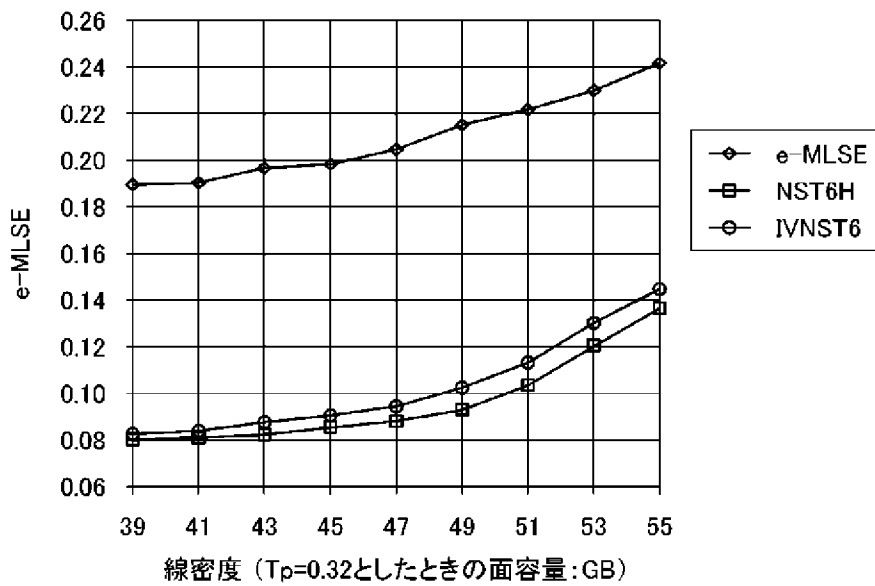
[図76]



[図77]

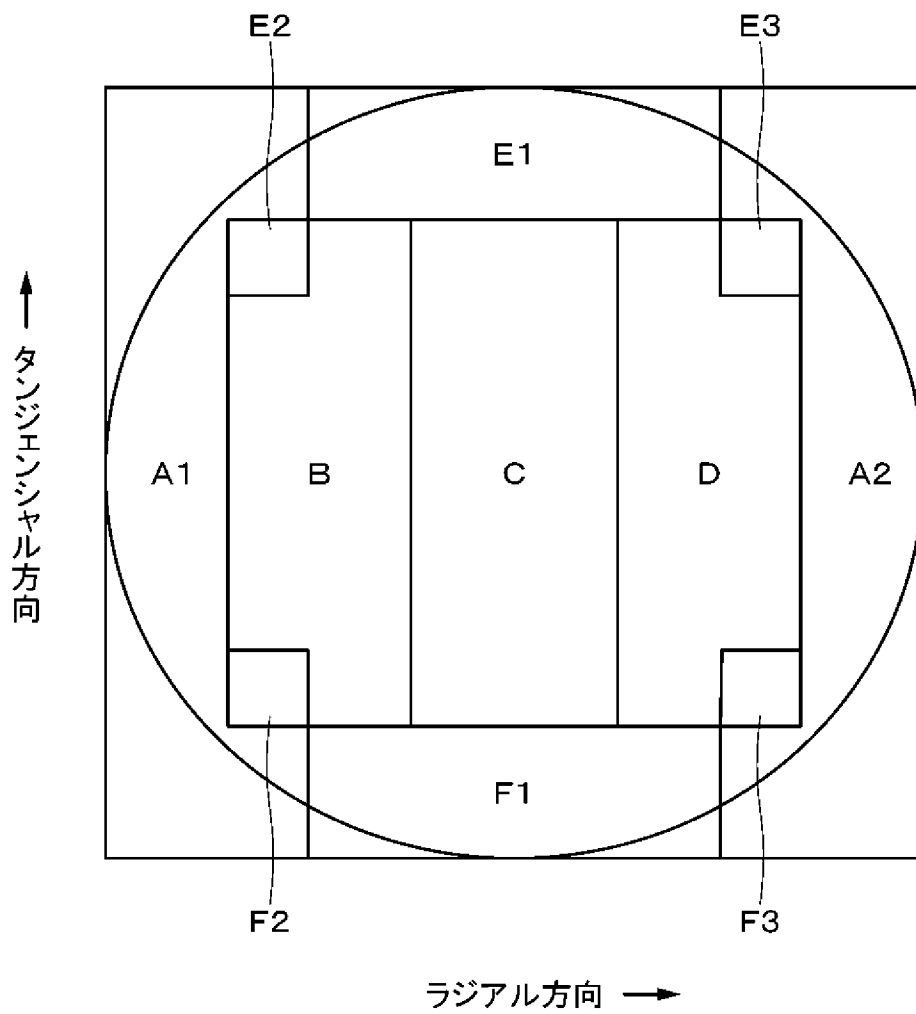


[図78]

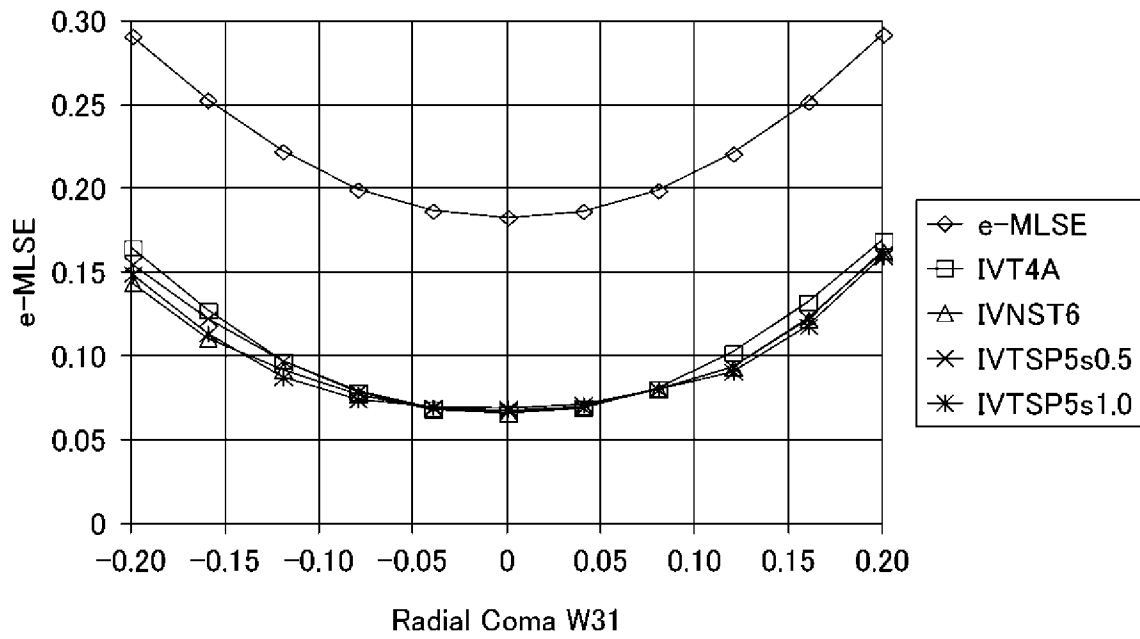


[図79]

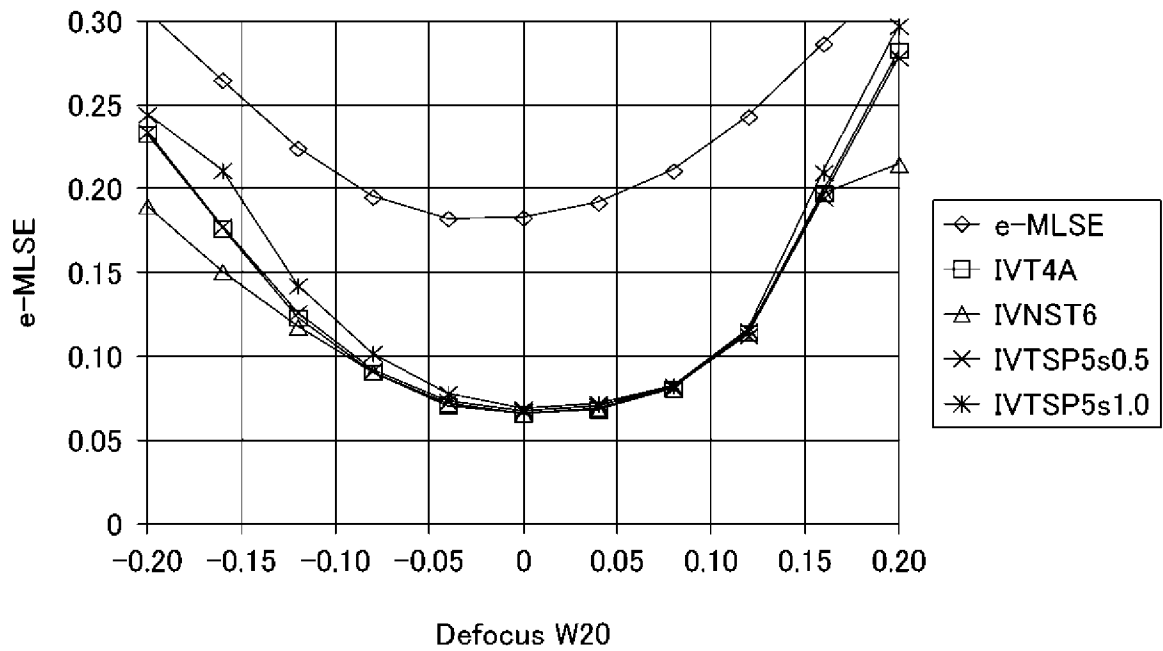
[IVNST6]



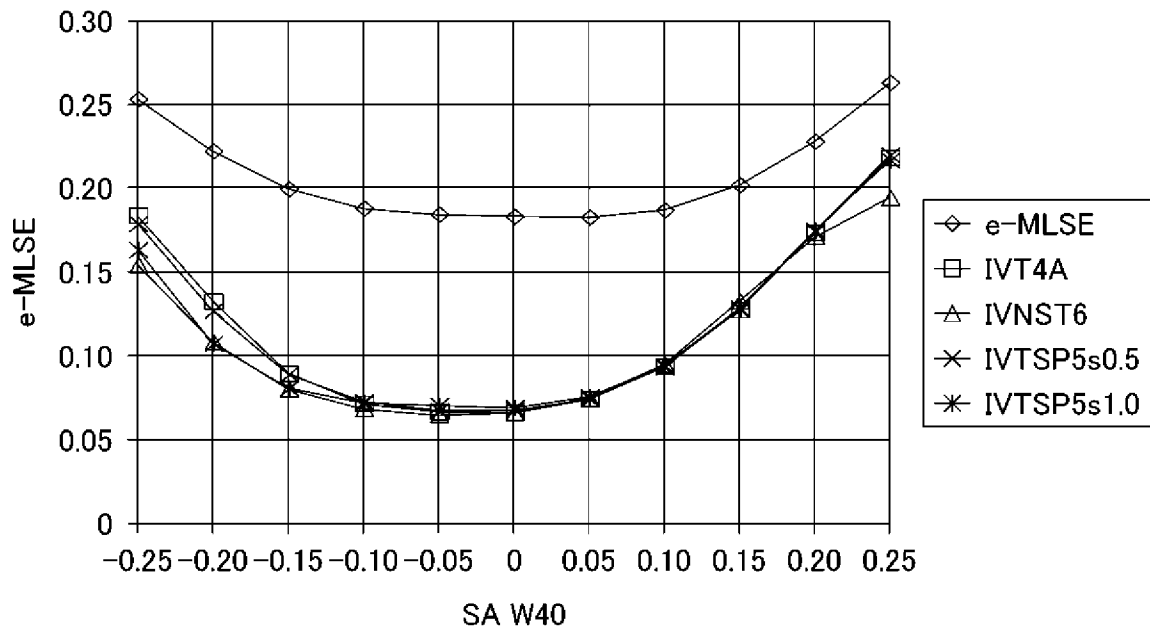
[図80]



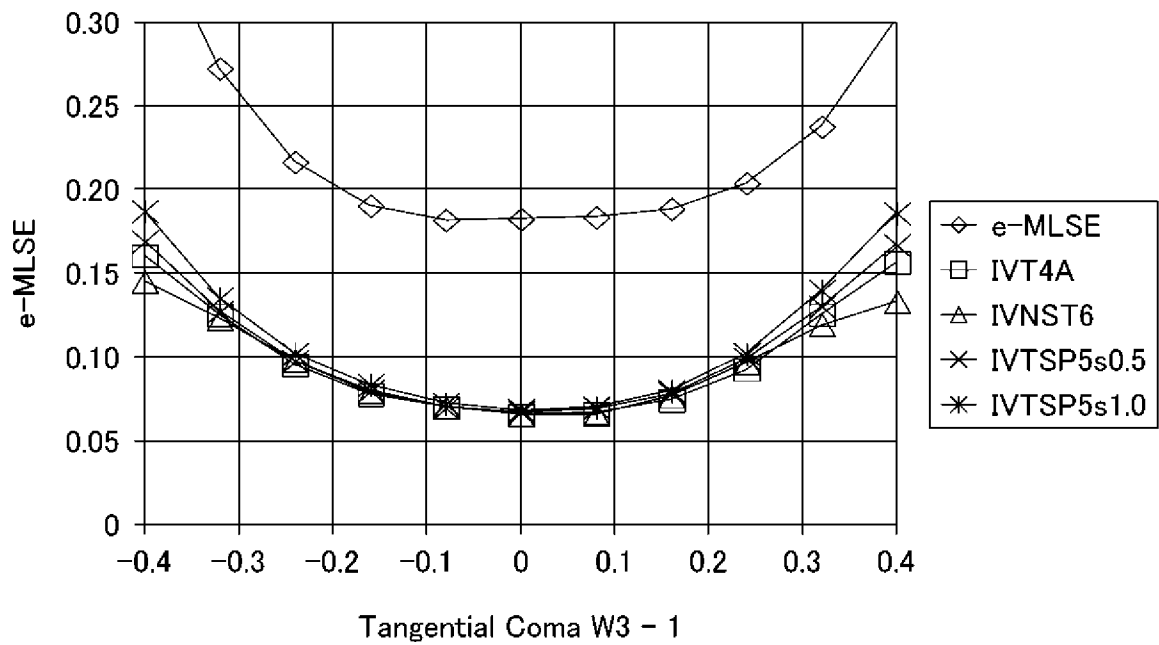
[図81]



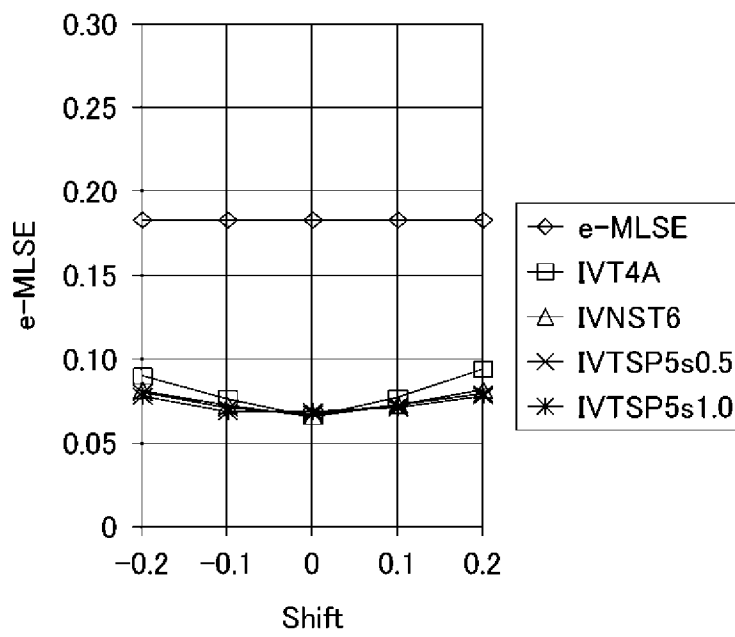
[図82]



[図83]

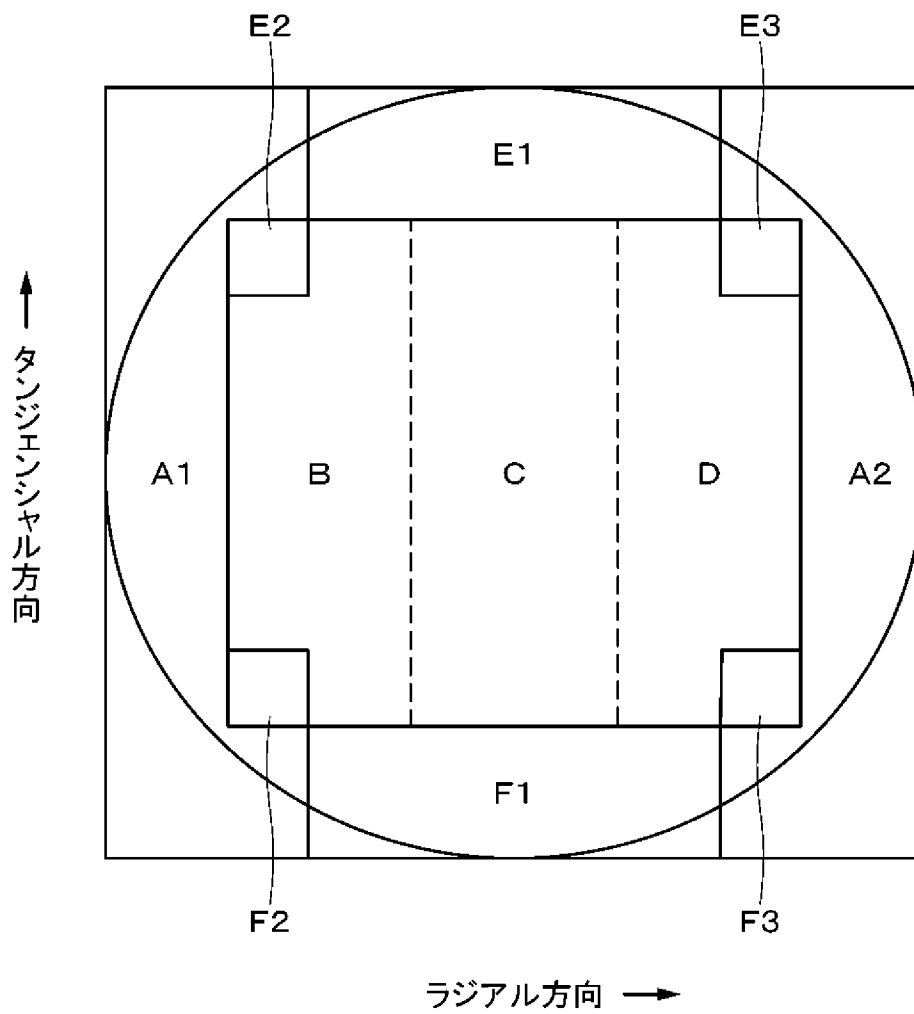


[図84]

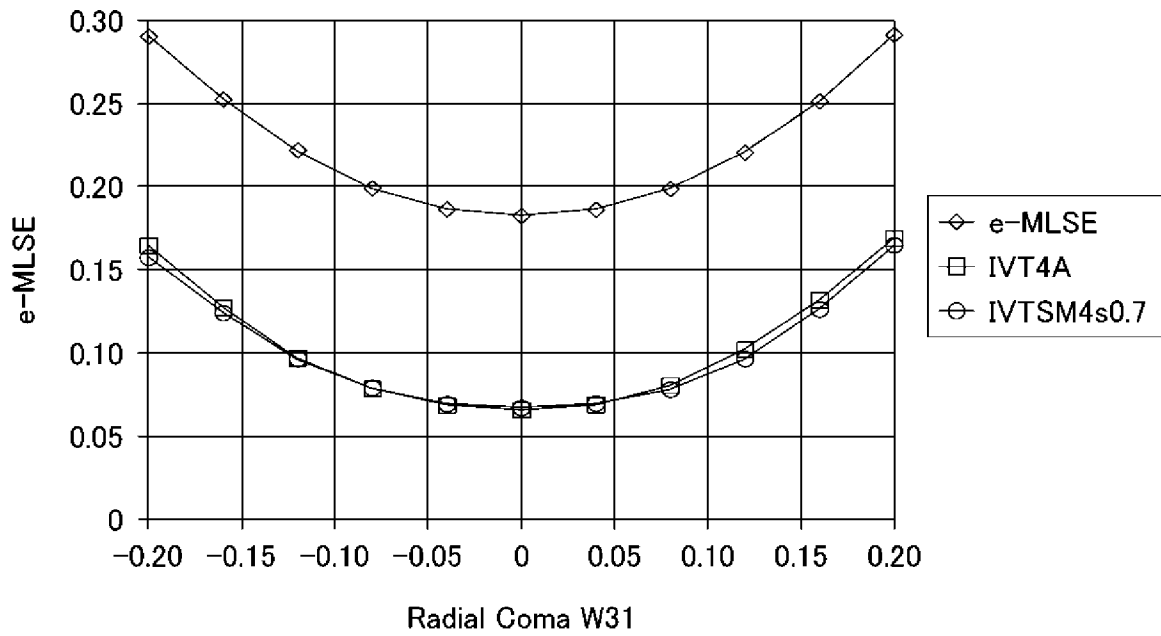


[図85]

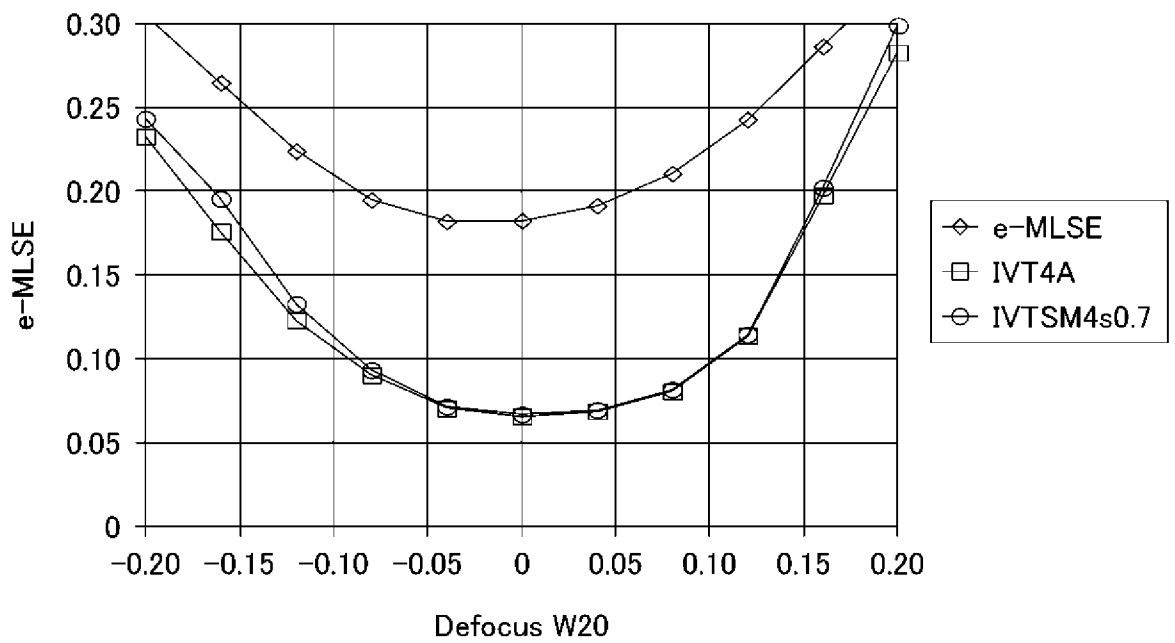
[IVTSM4]



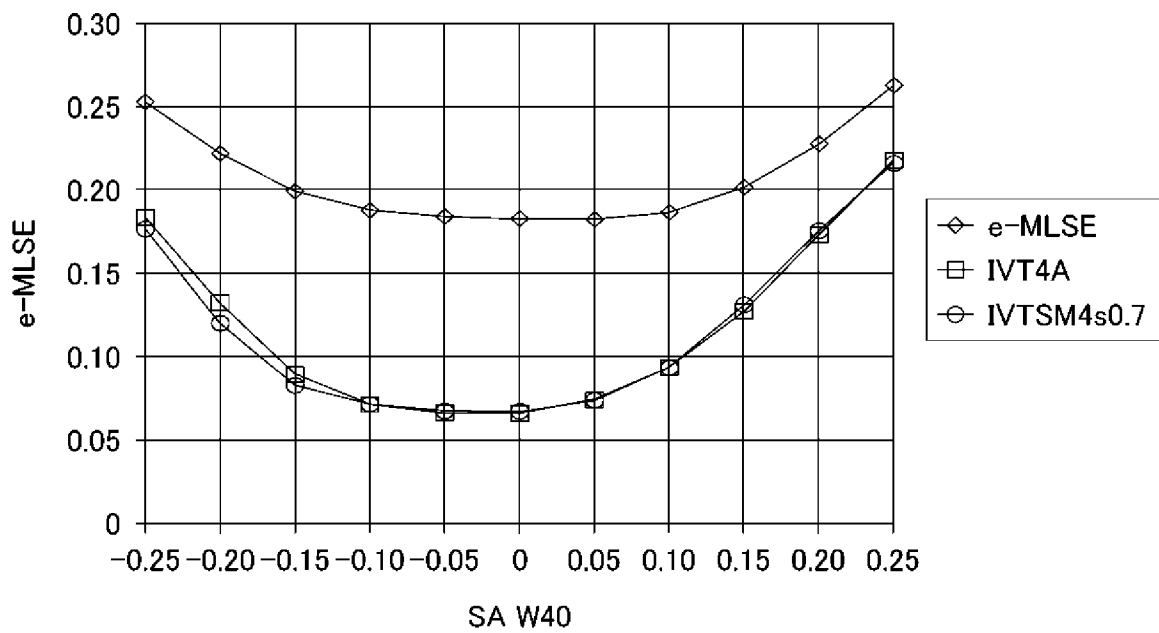
[図86]



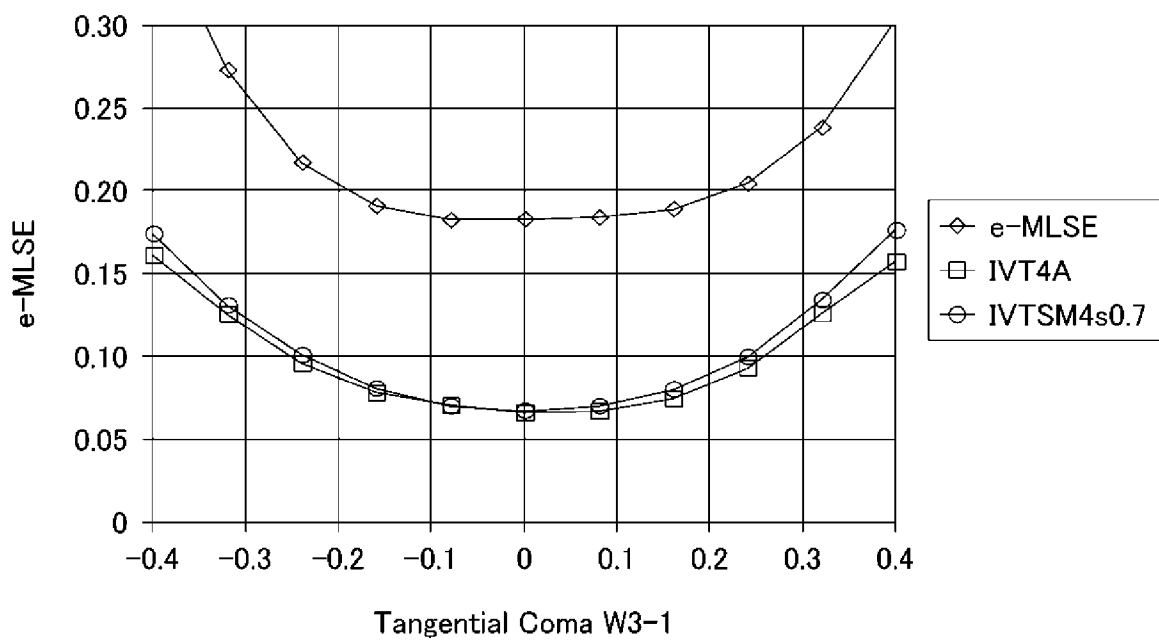
[図87]



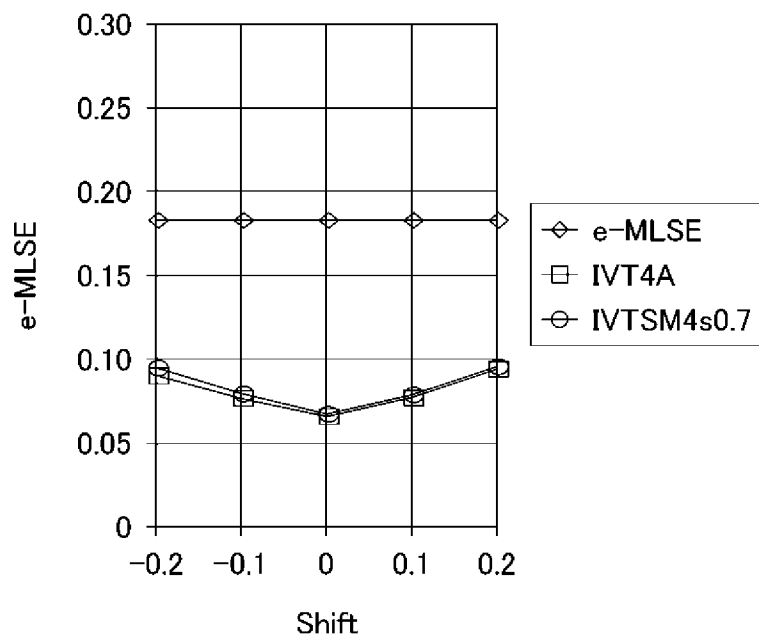
[図88]



[図89]

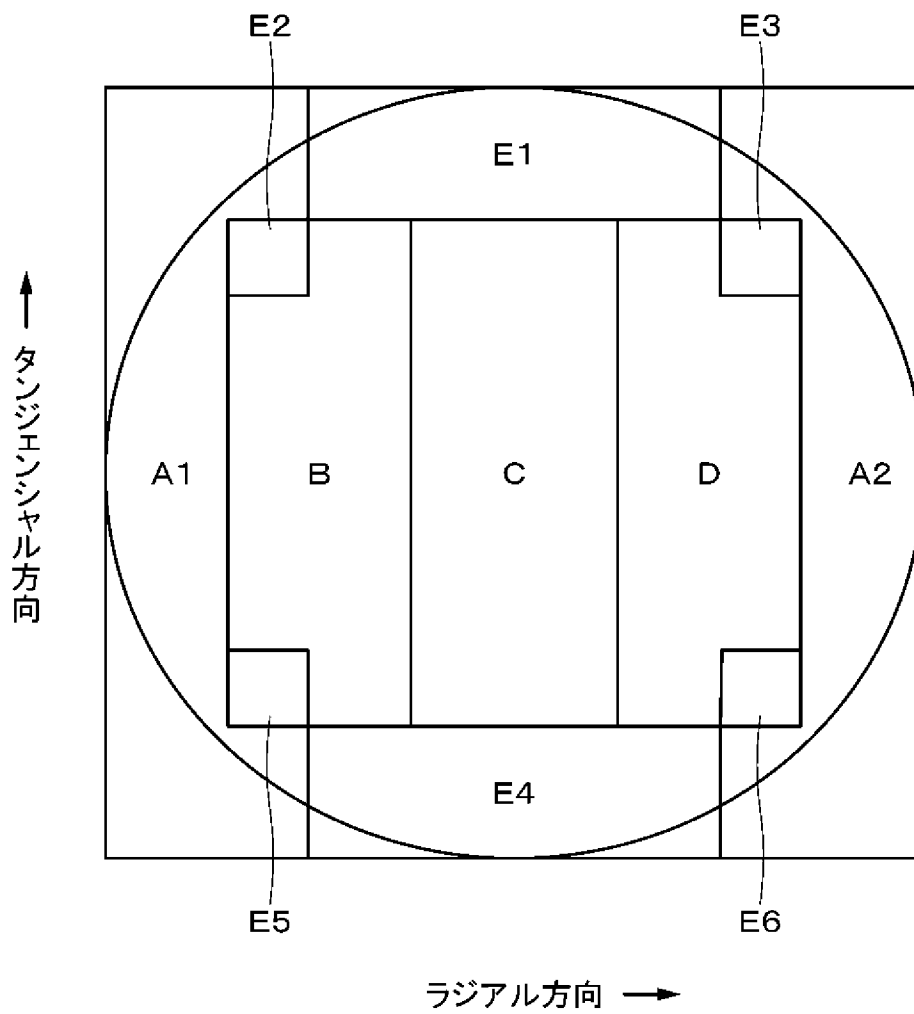


[図90]

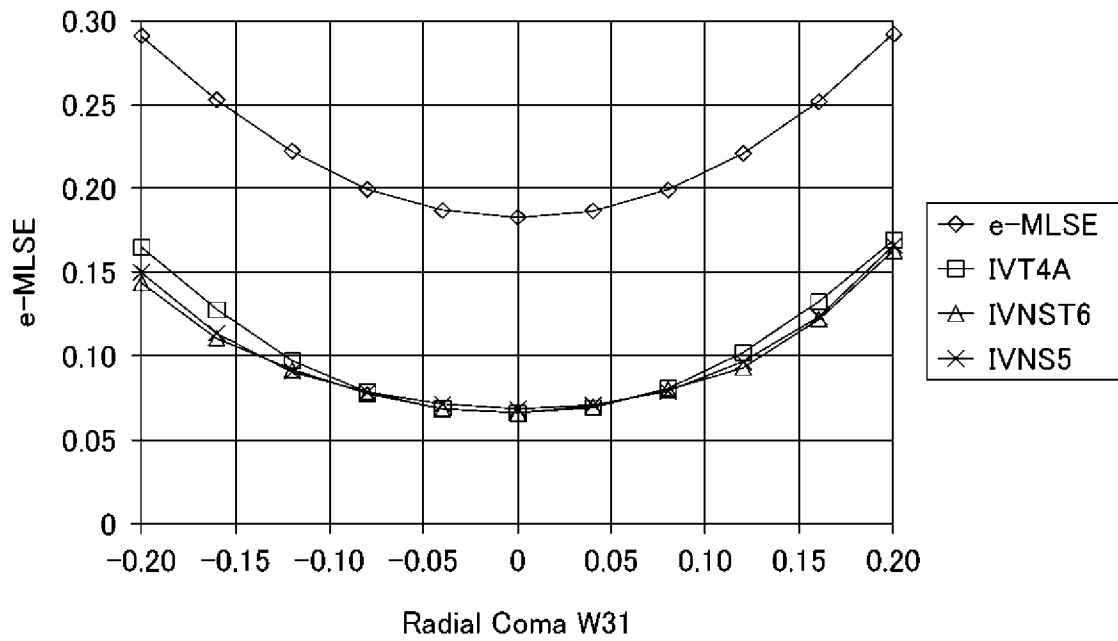


[図91]

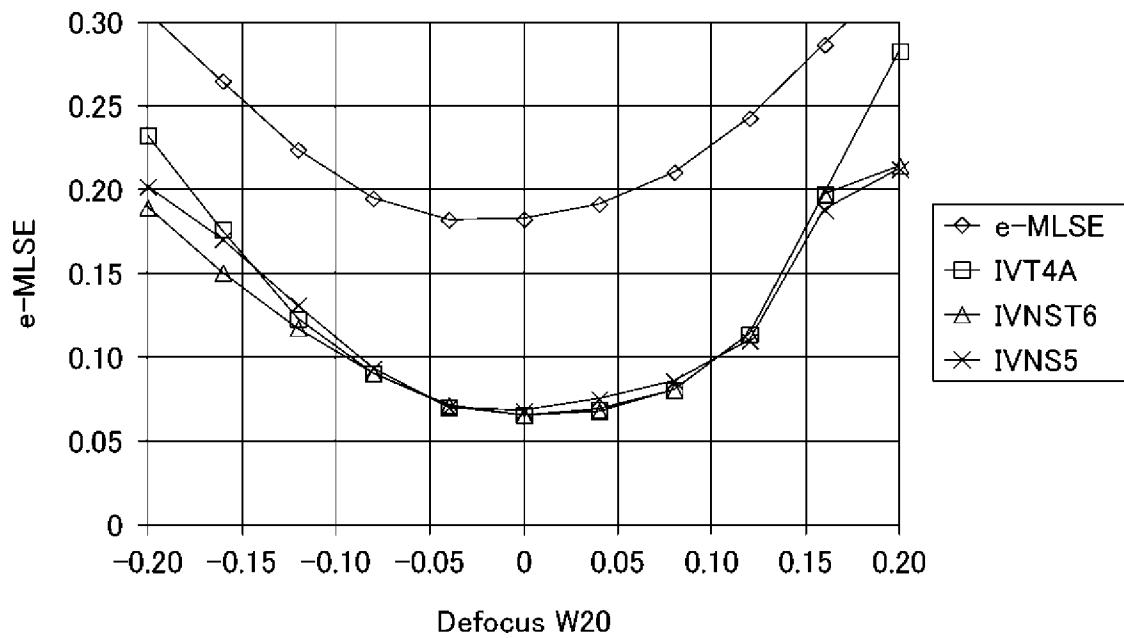
[IVNS5]



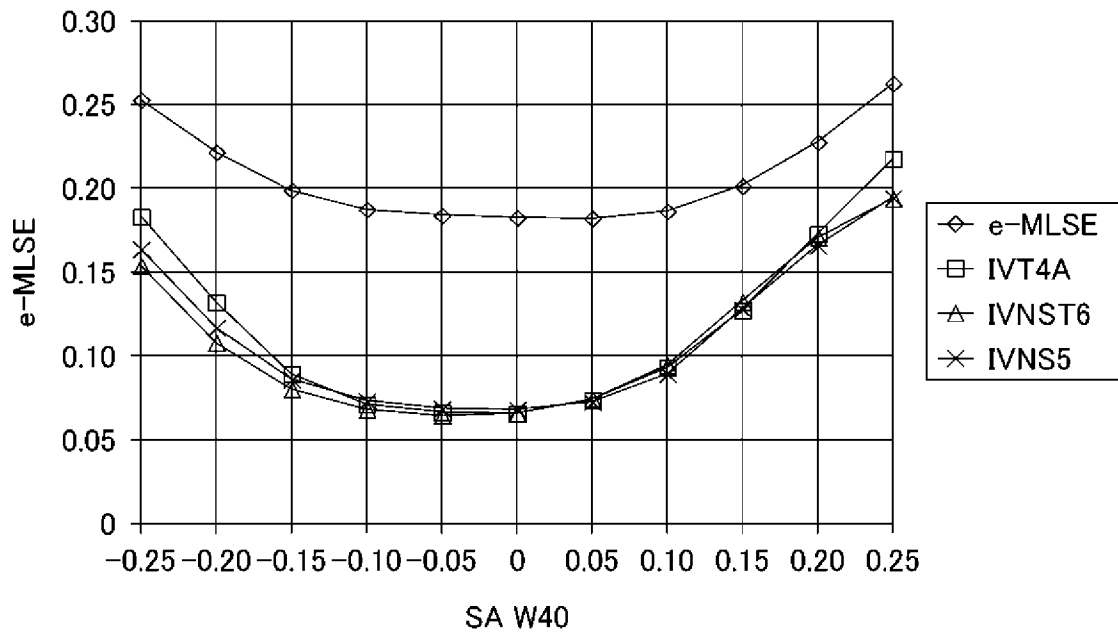
[図92]



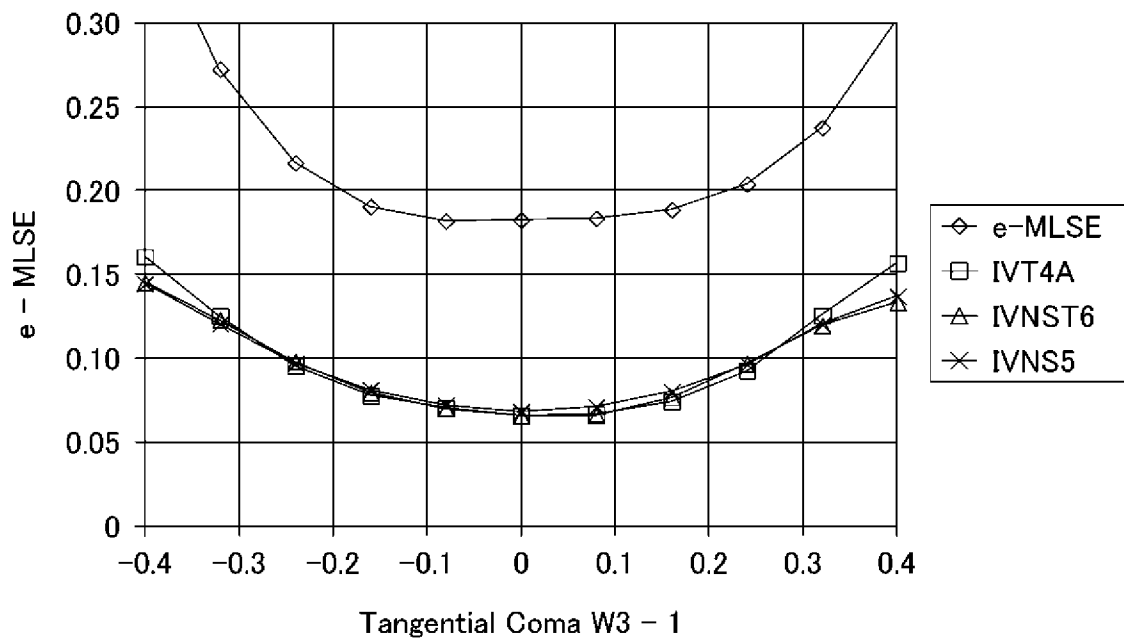
[図93]



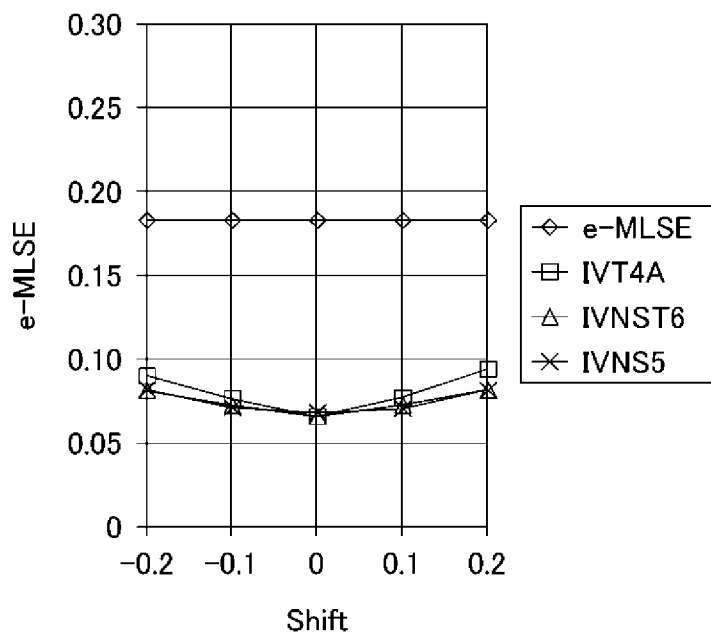
[図94]



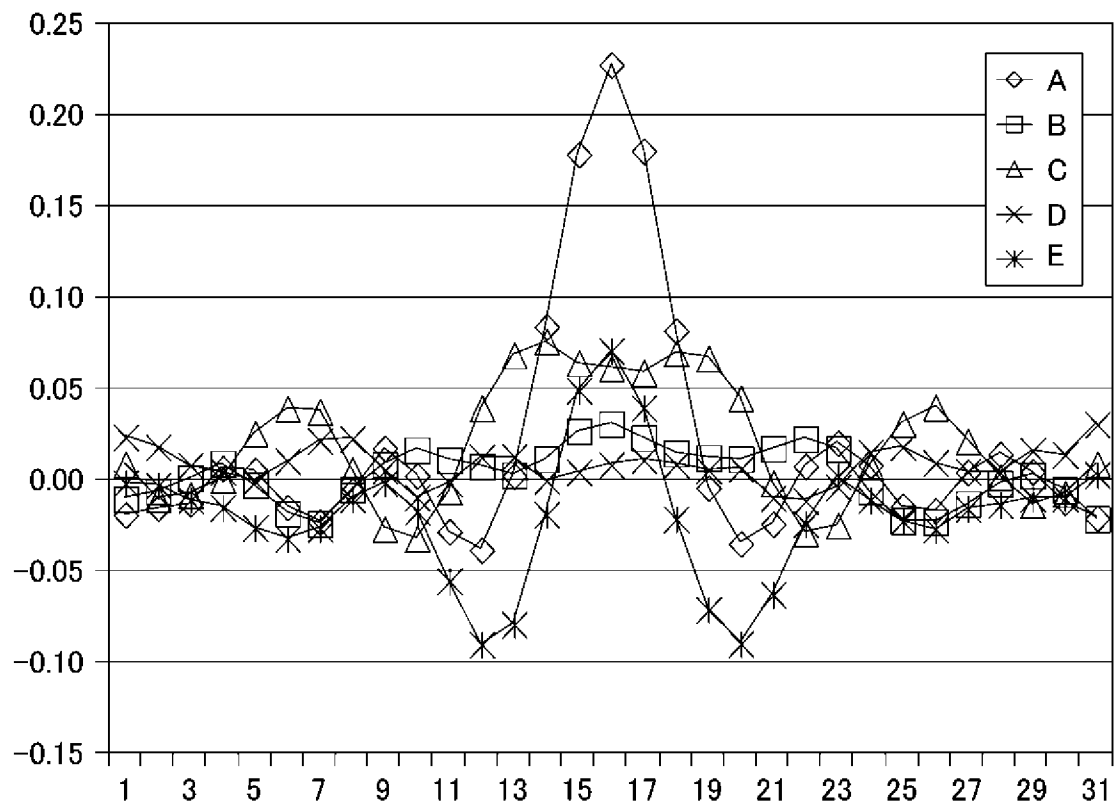
[図95]



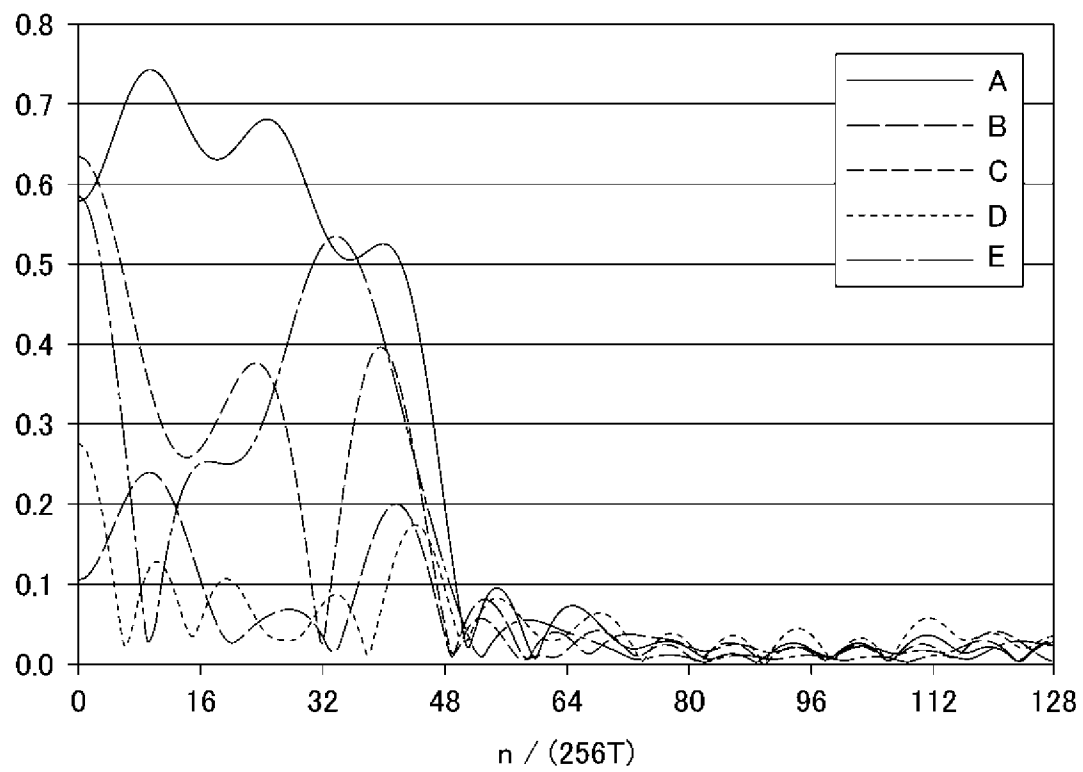
[図96]



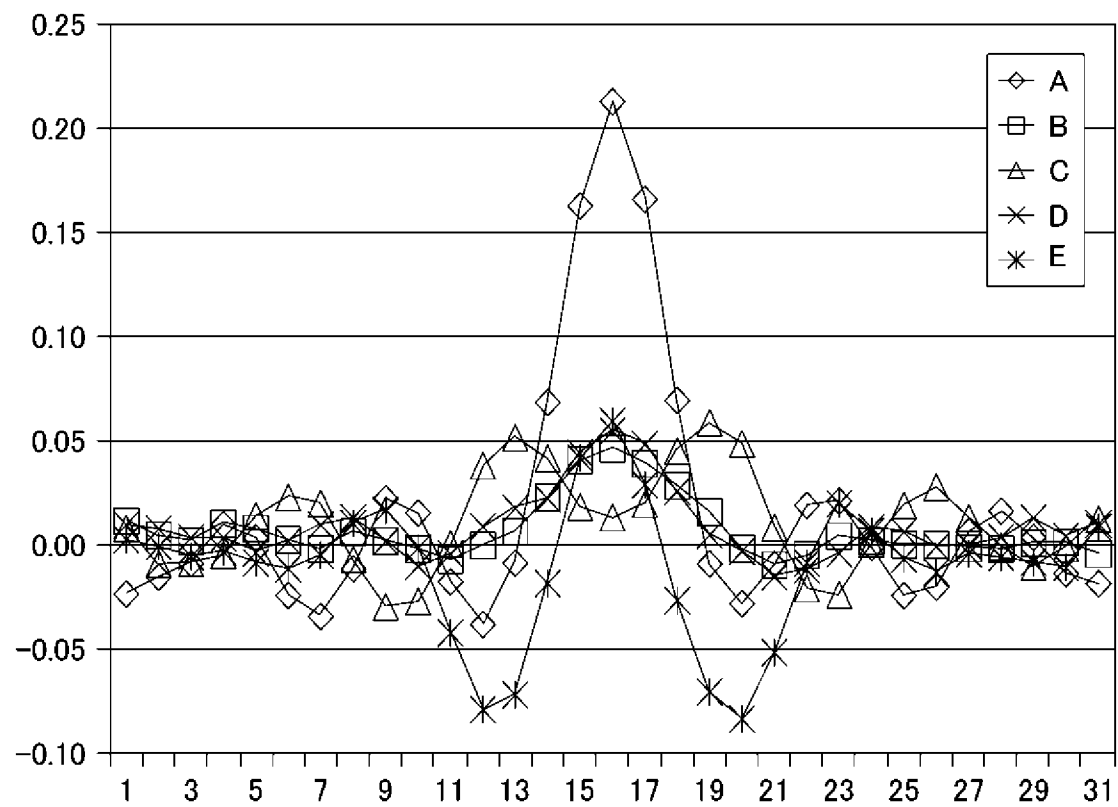
[図97]



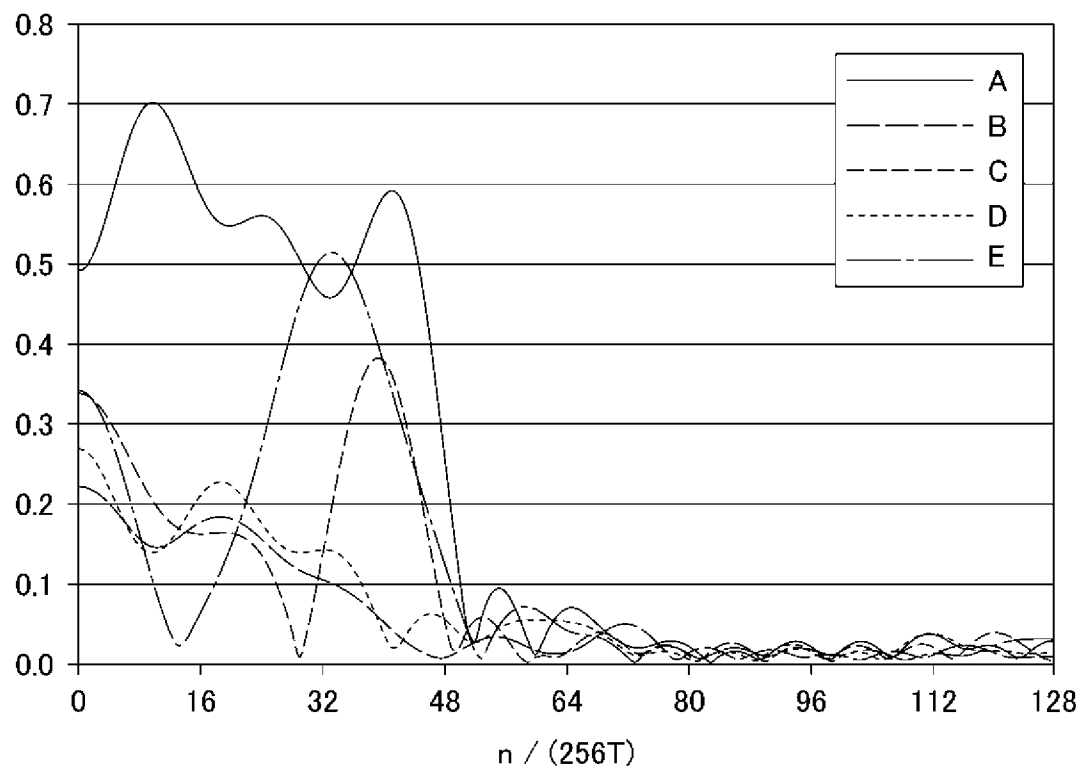
[図98]



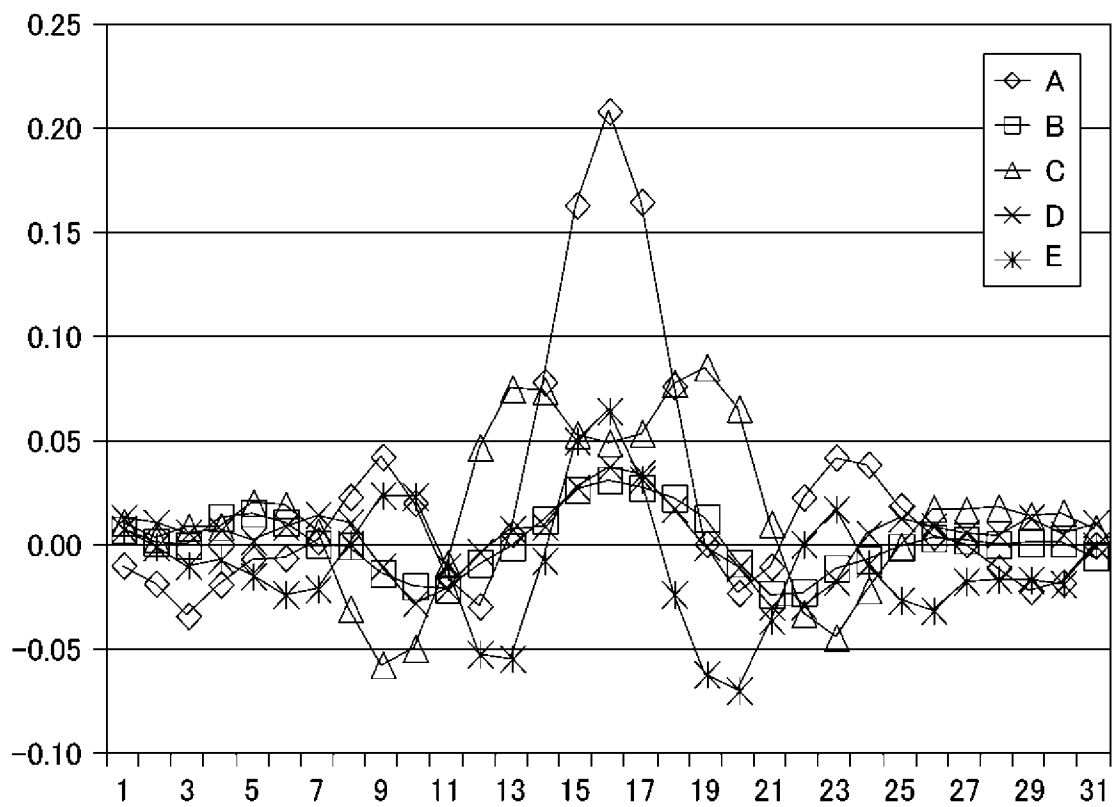
[図99]



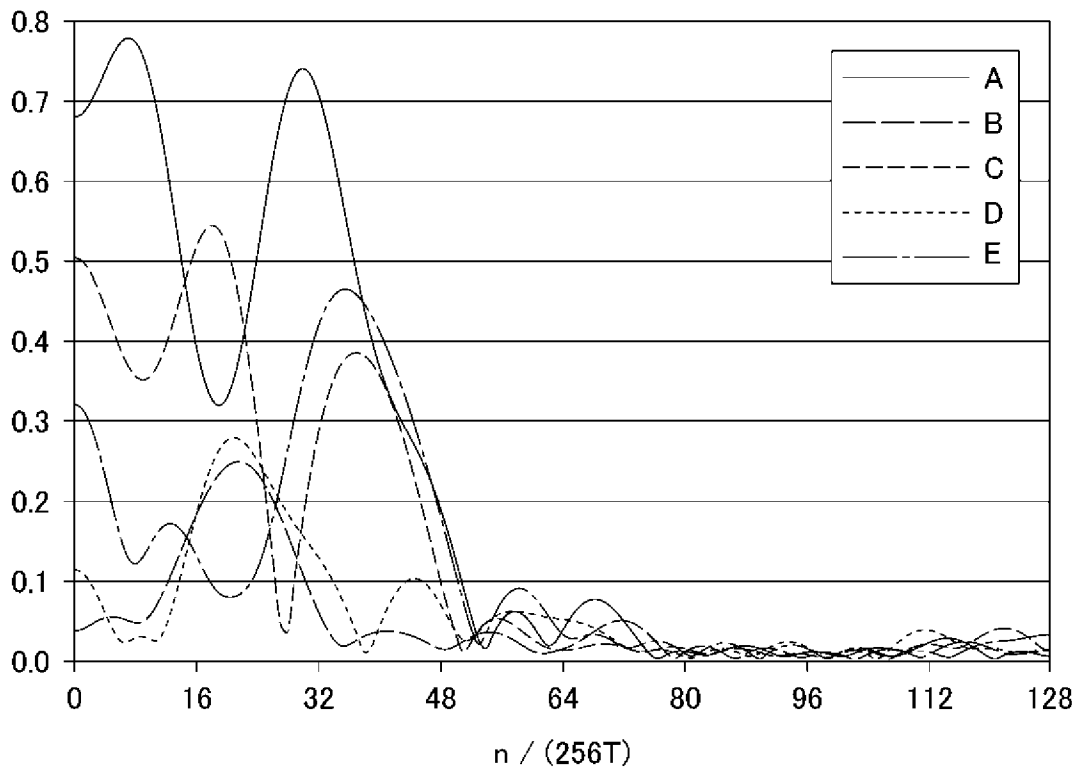
[図100]



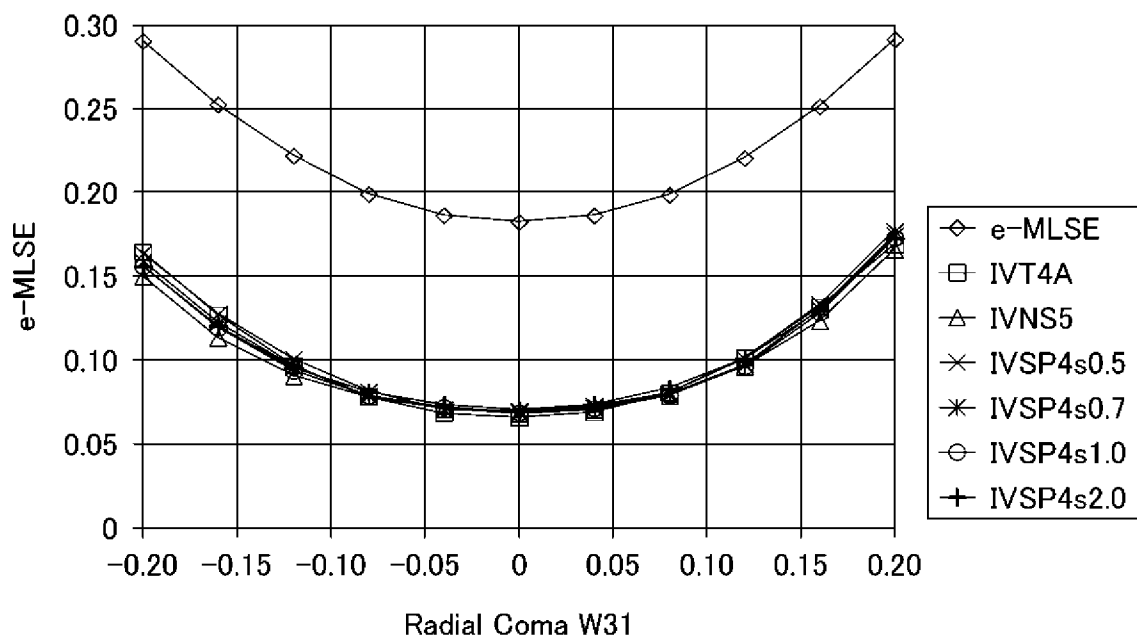
[図101]



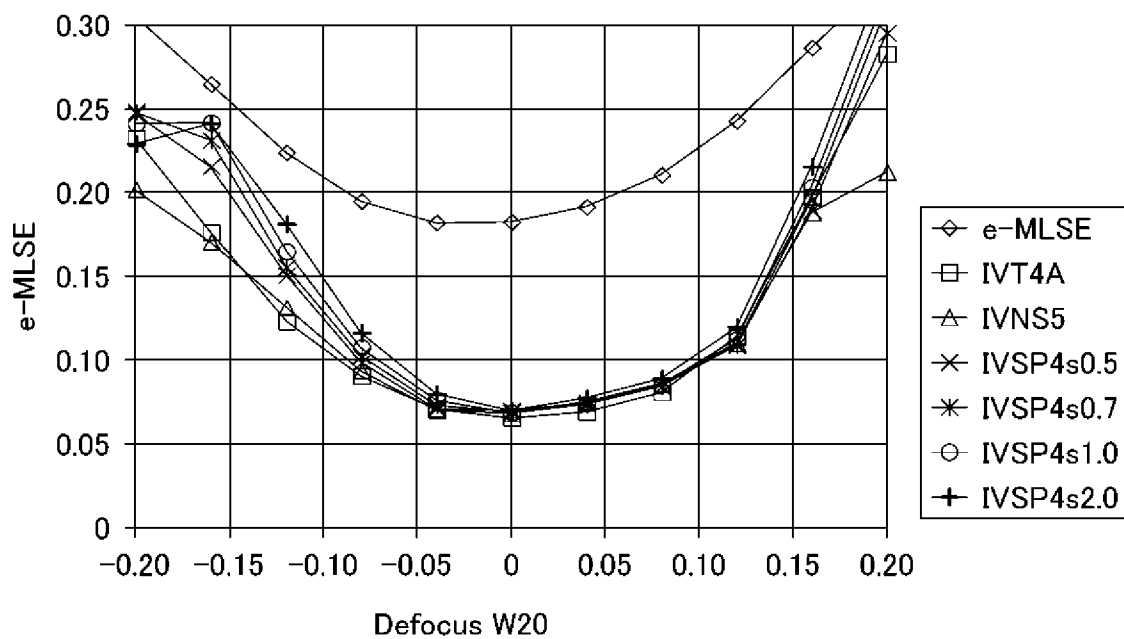
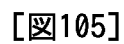
[図102]



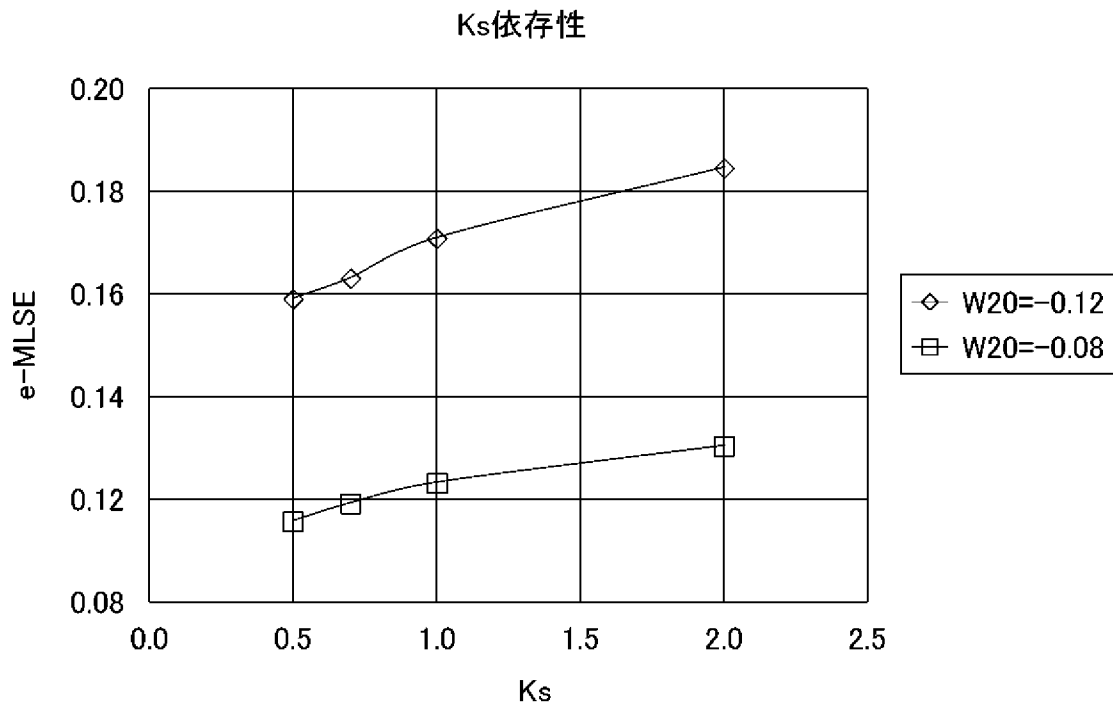
[図103]



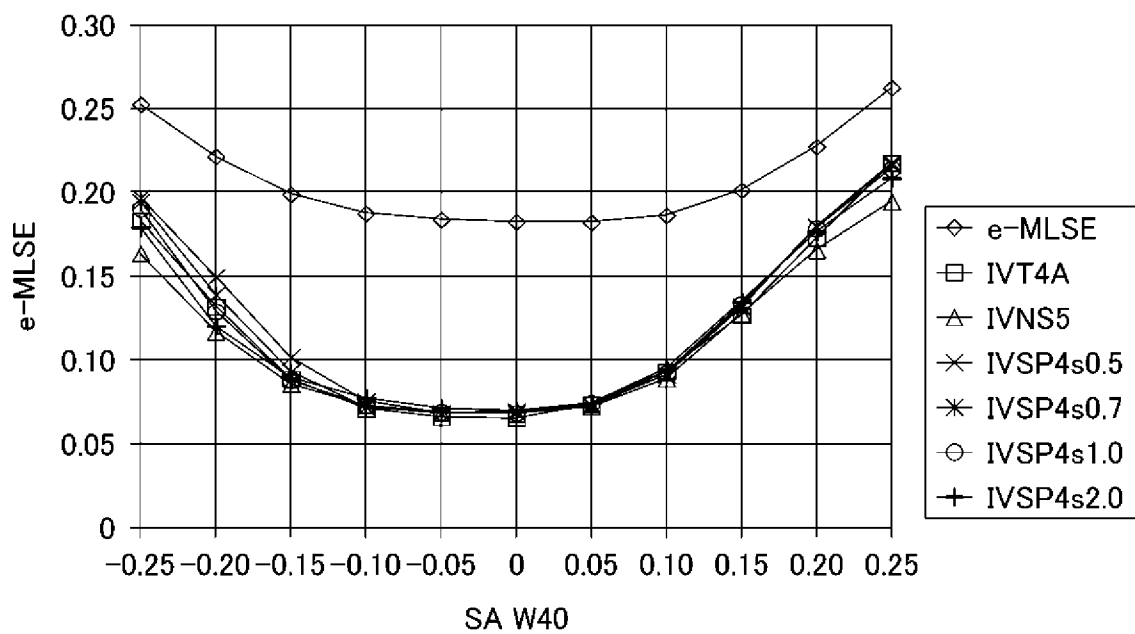
Ks依存性



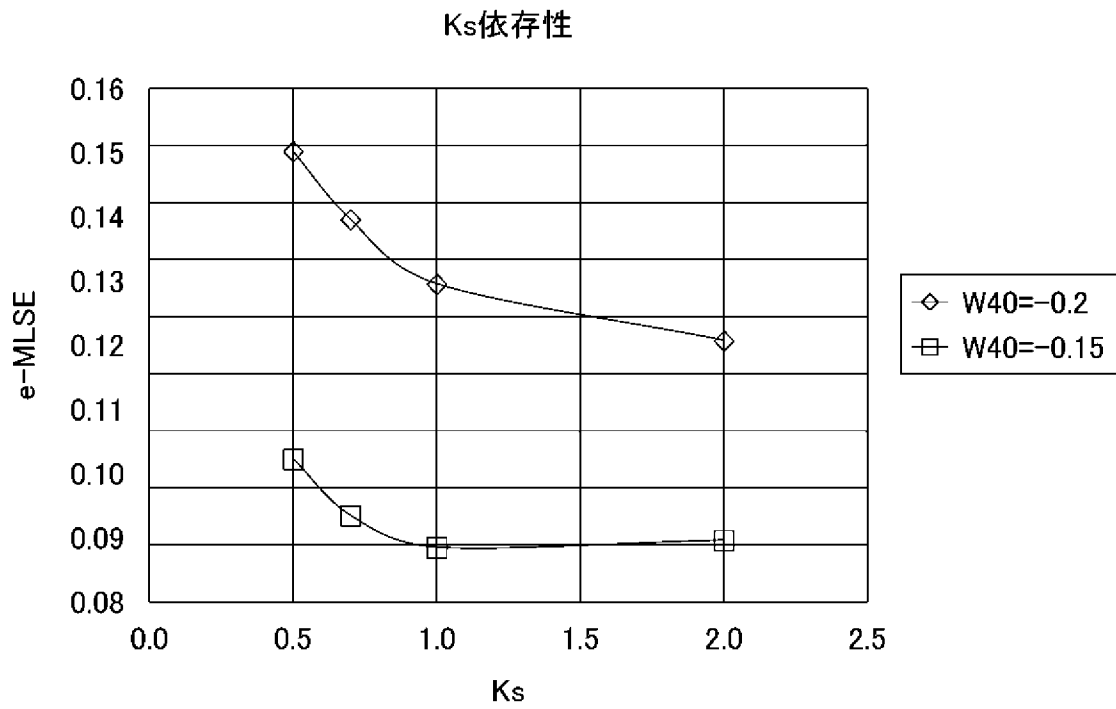
[図106]



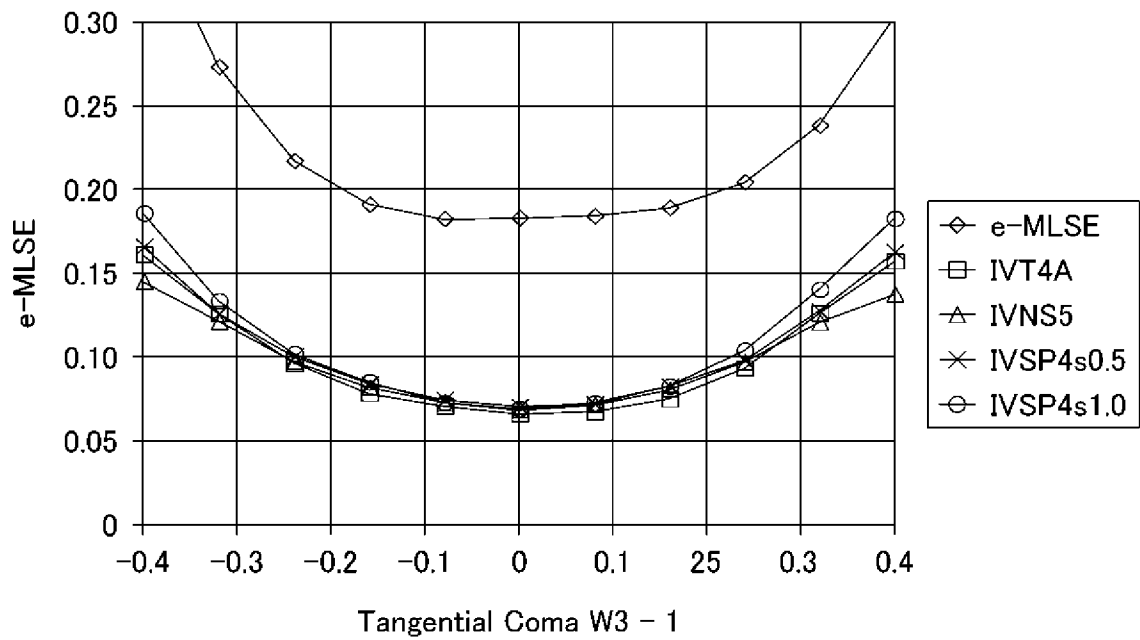
[図107]



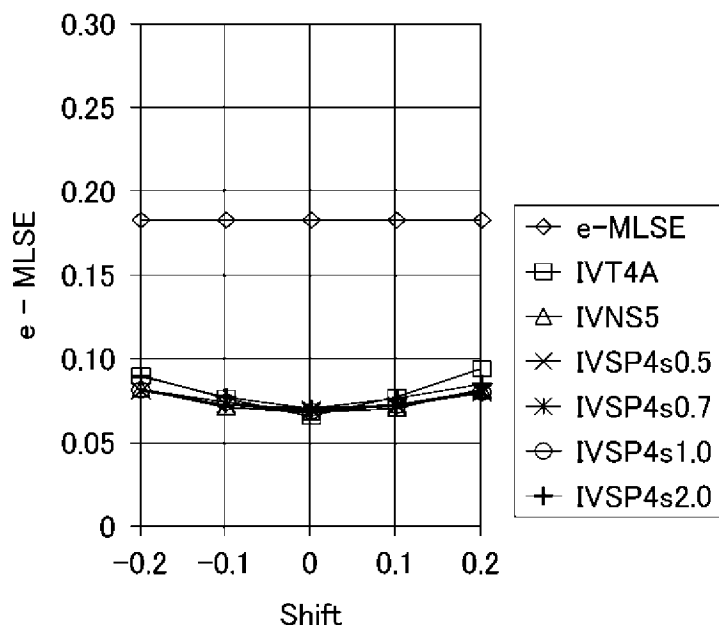
[図108]



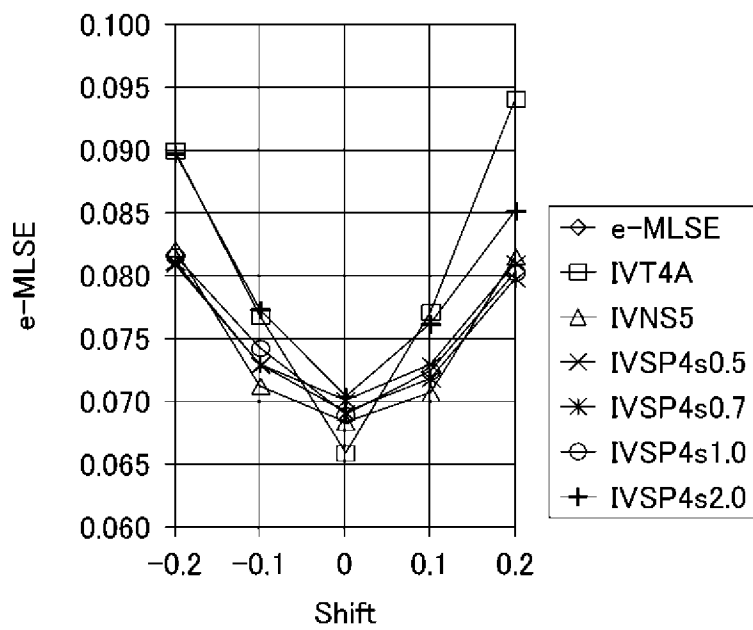
[図109]



[図110]

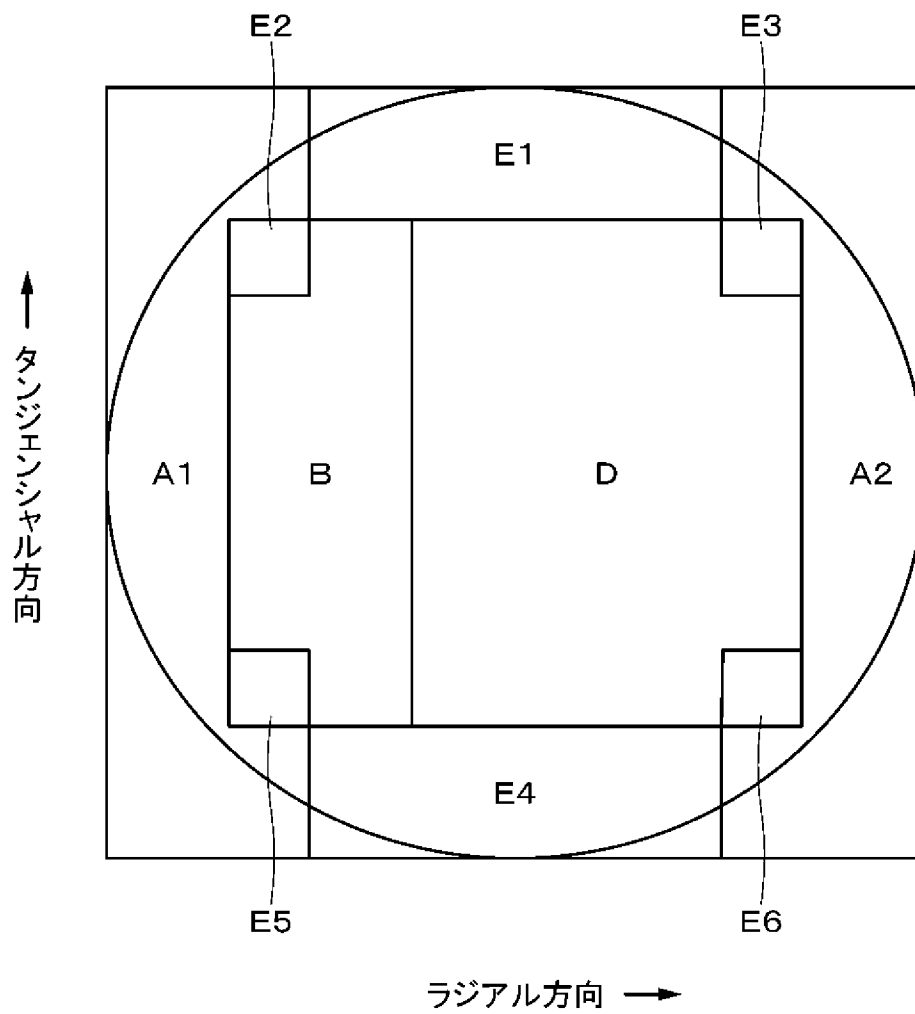


[図111]

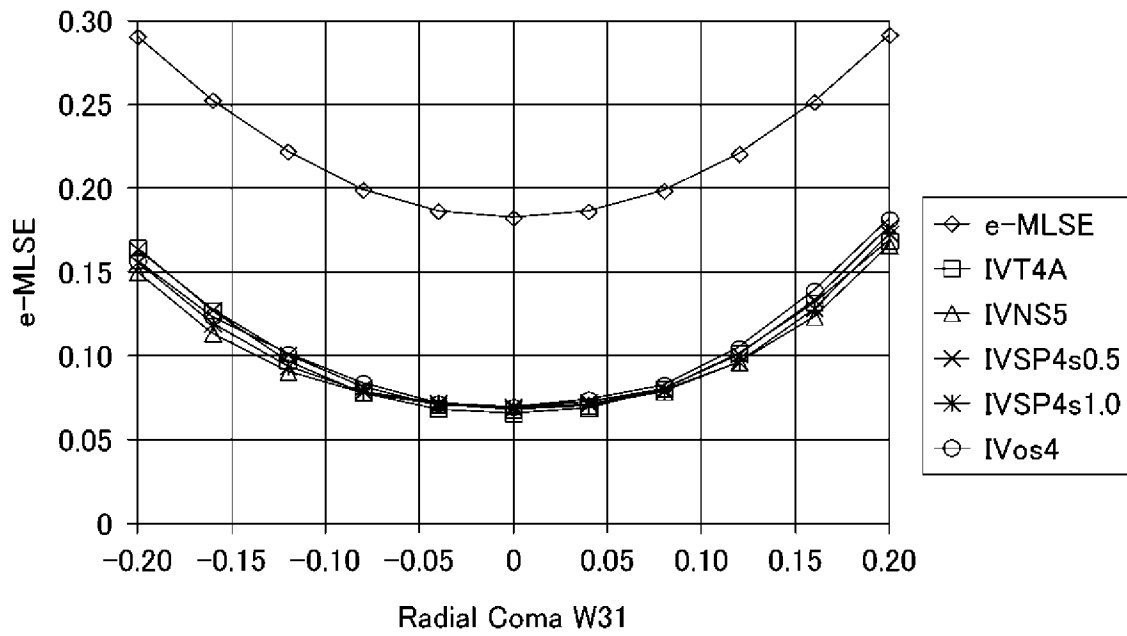


[図112]

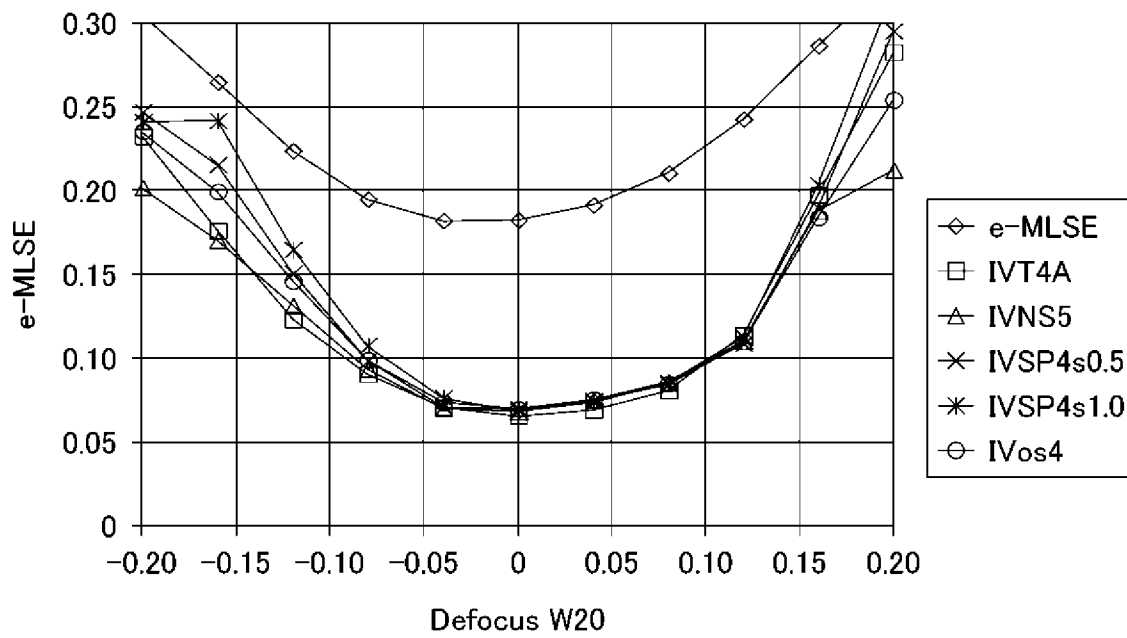
[IVos4]



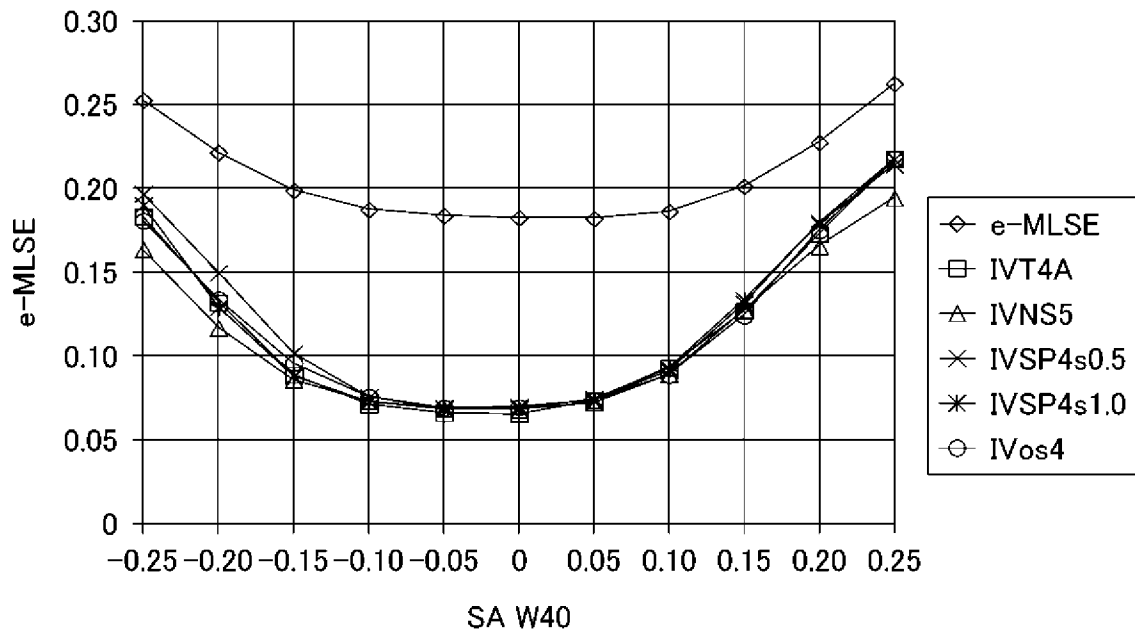
[図113]



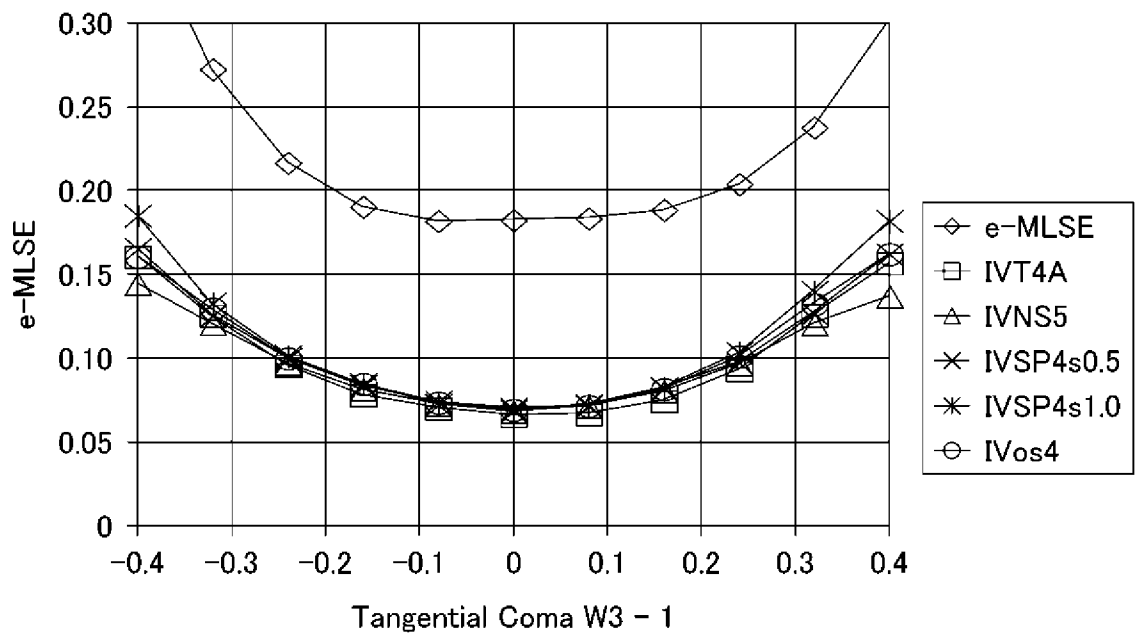
[図114]



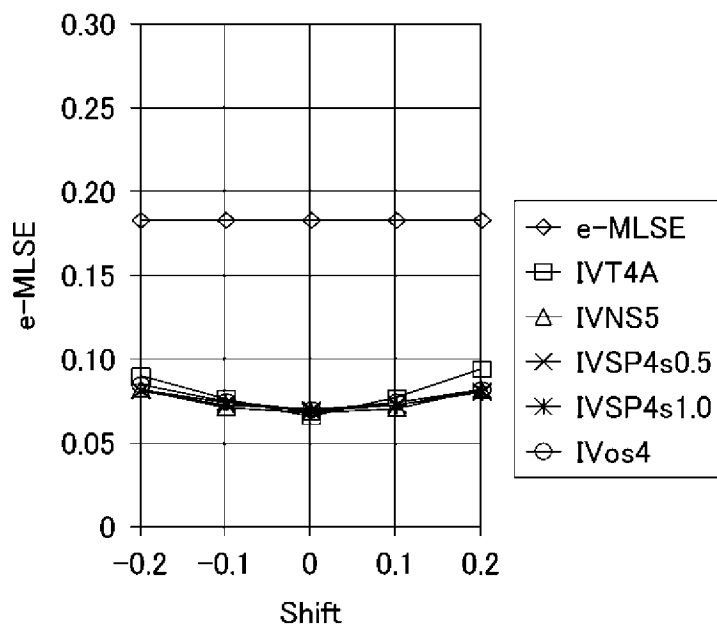
[図115]



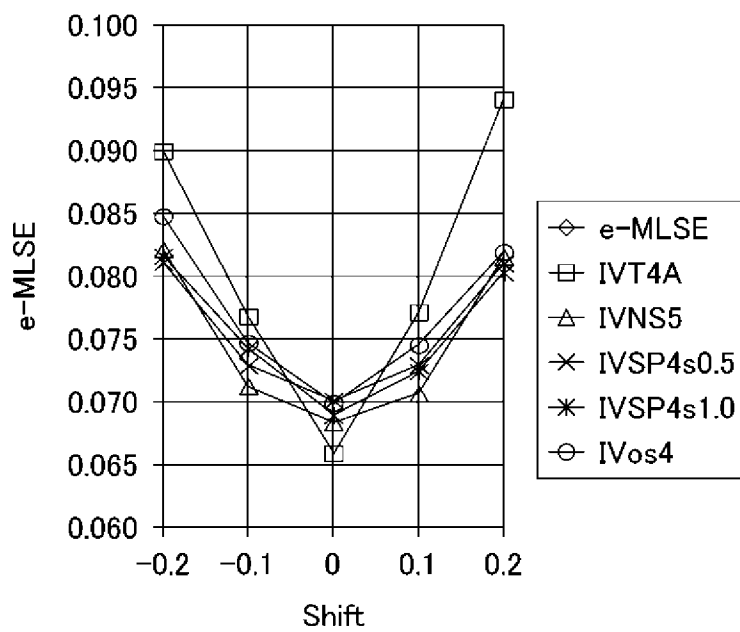
[図116]



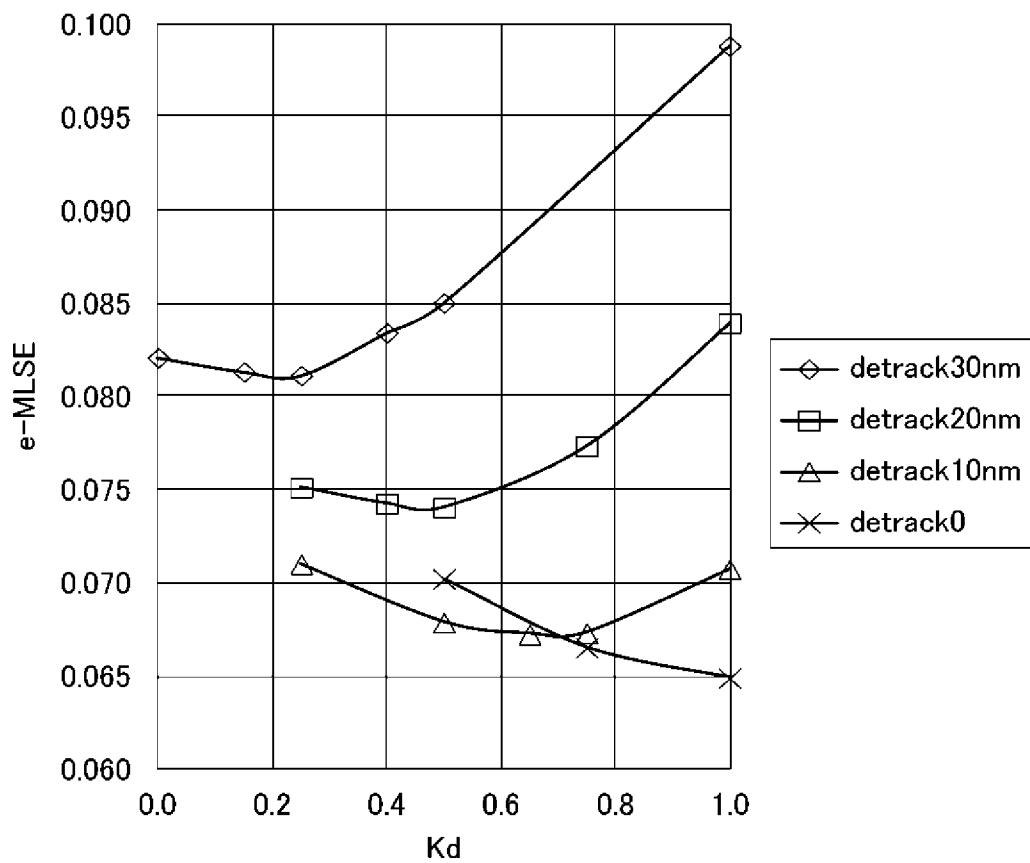
[図117]



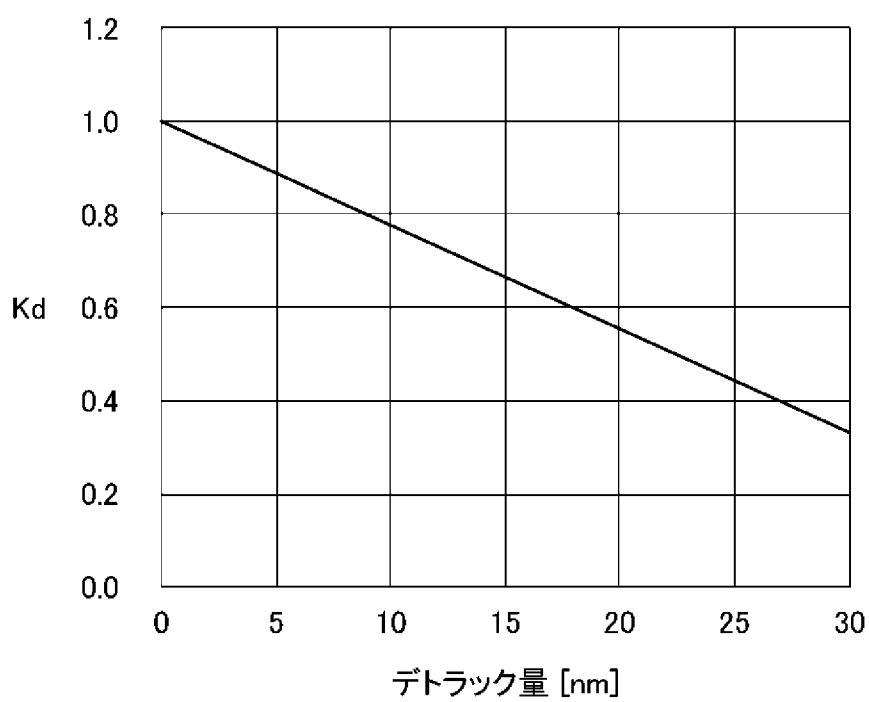
[図118]



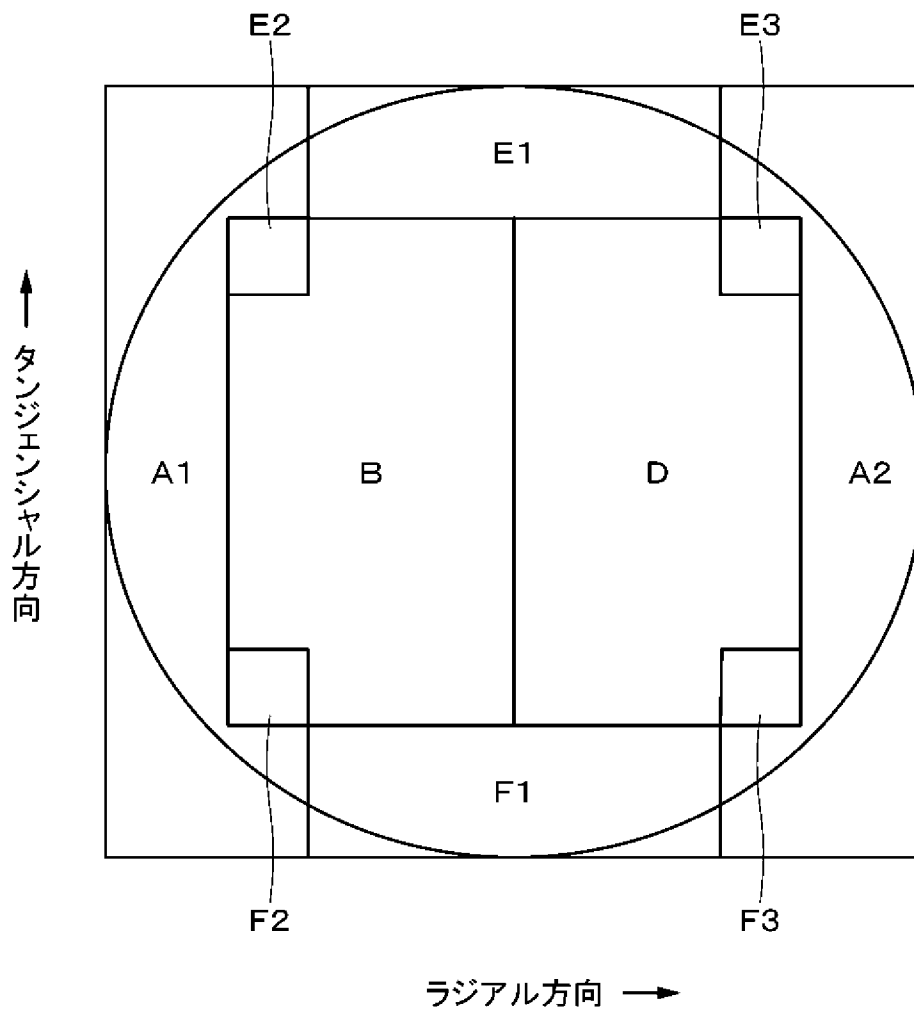
[図119]



[図120]

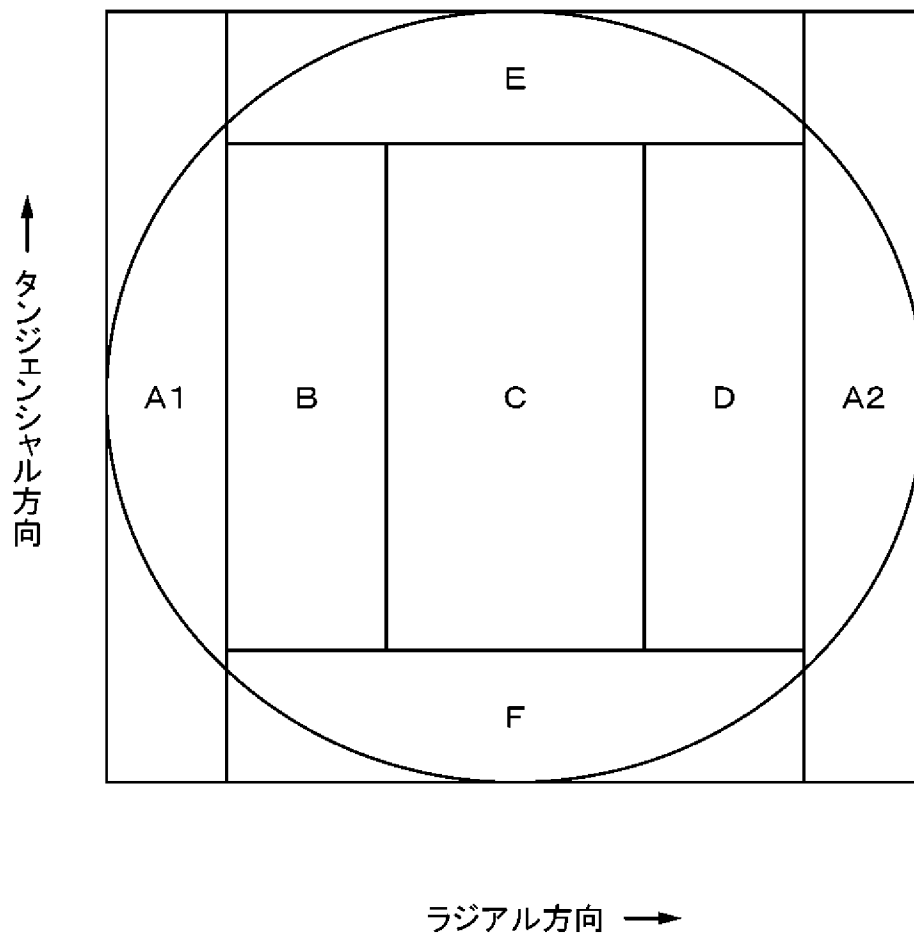


[図121]



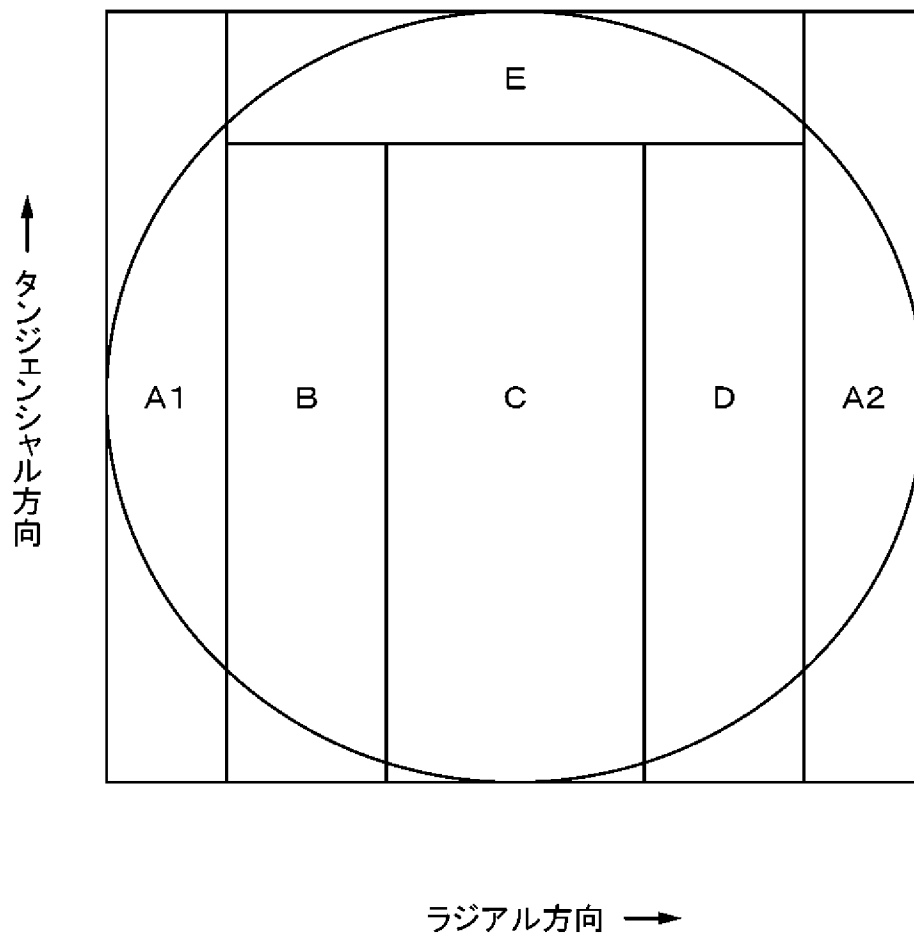
[図122]

[HNST6]



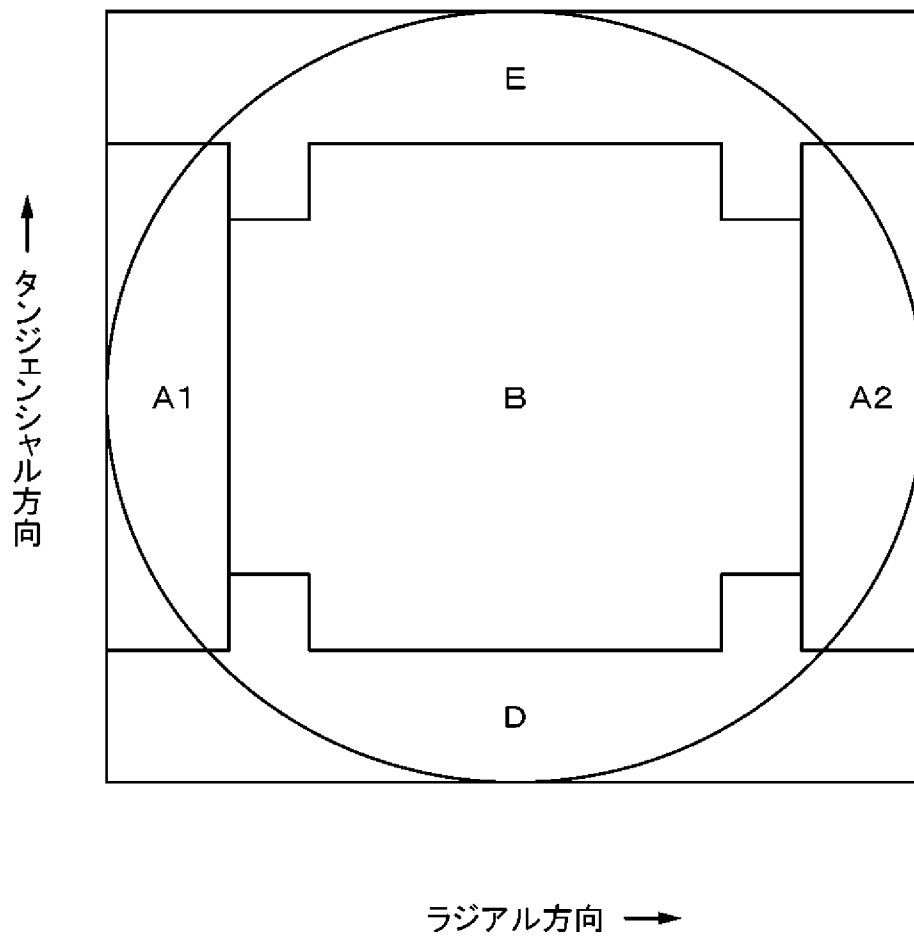
[図123]

[HINS5]



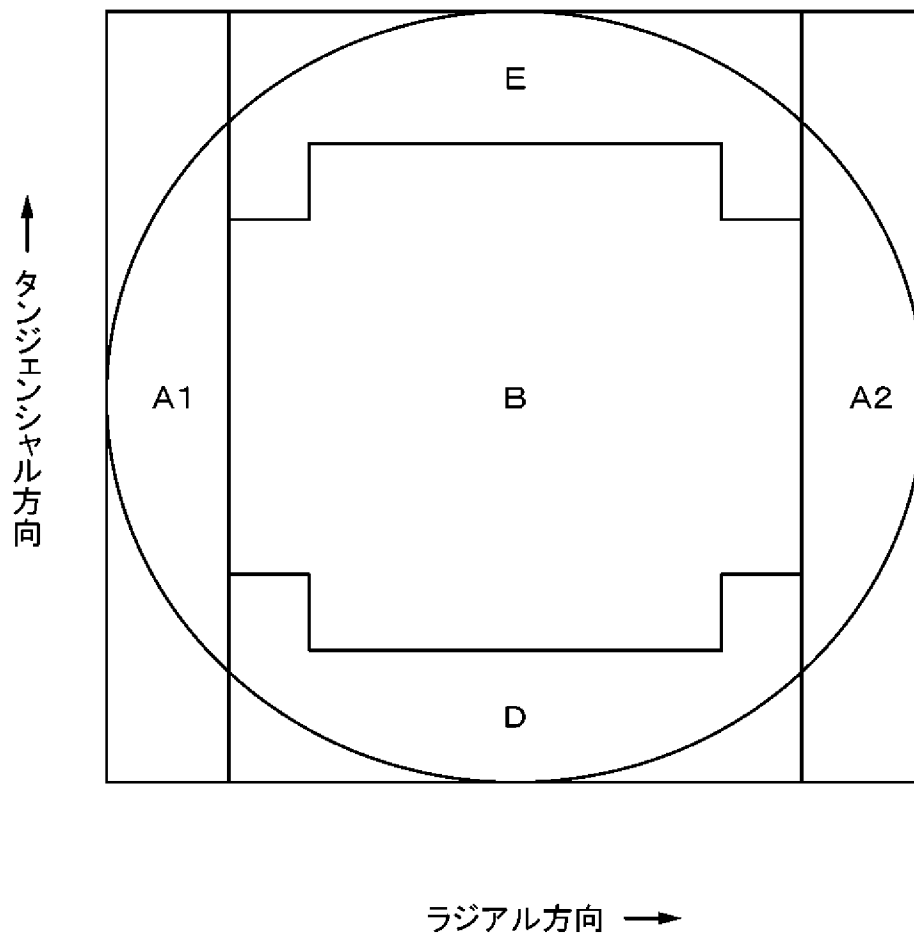
[図124]

[VT4]



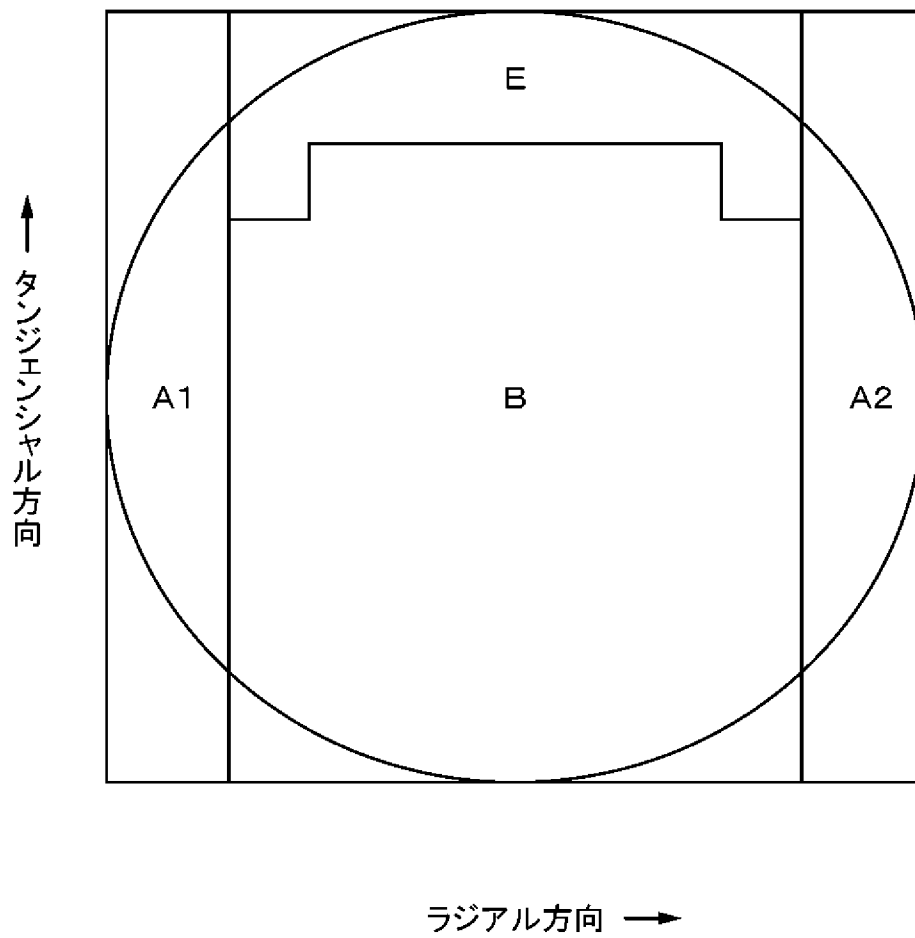
[図125]

[VHT4]



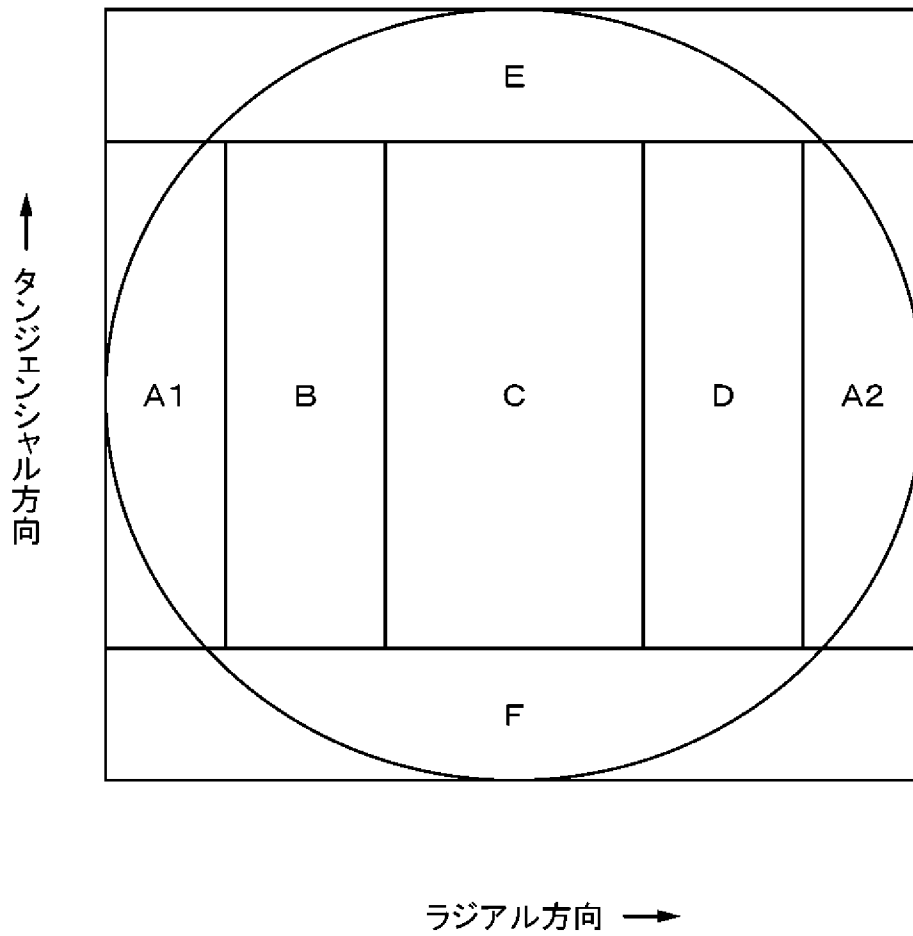
[図126]

[VHi3]

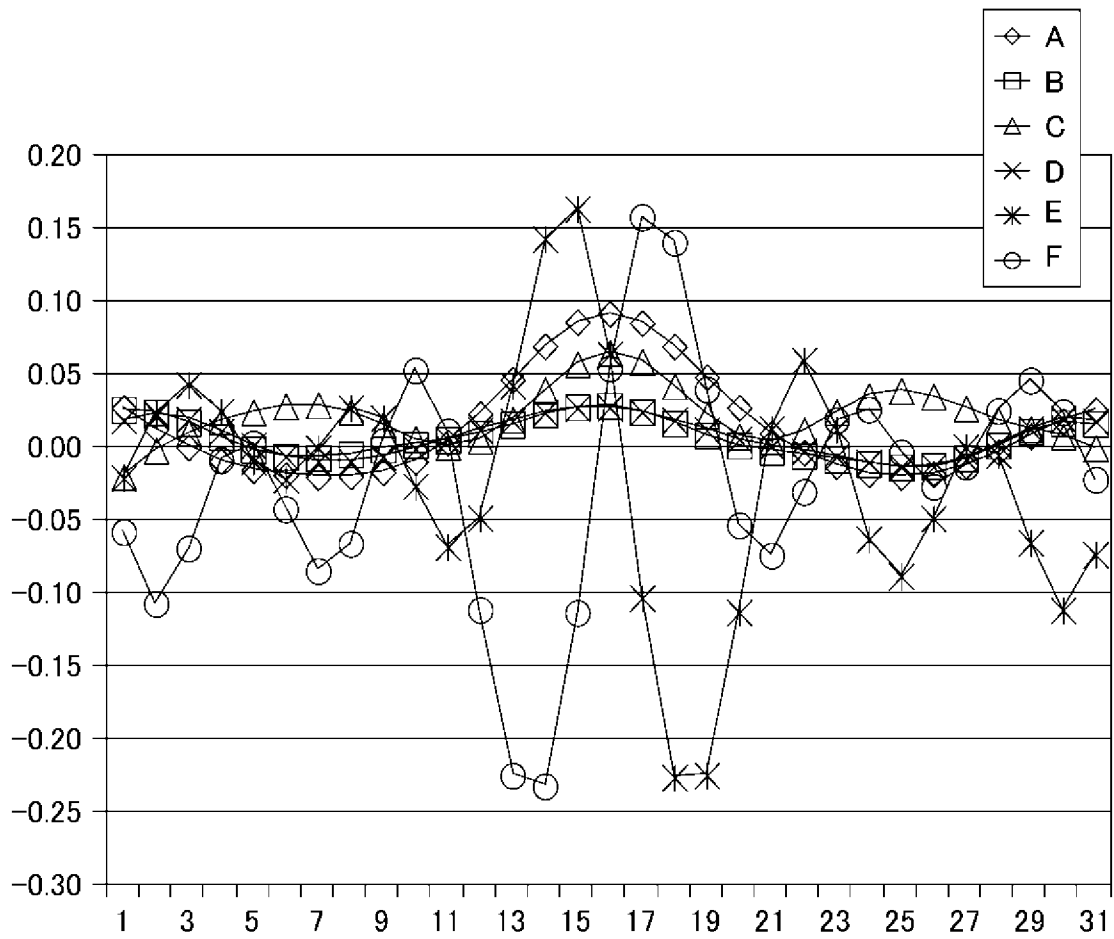


[図127]

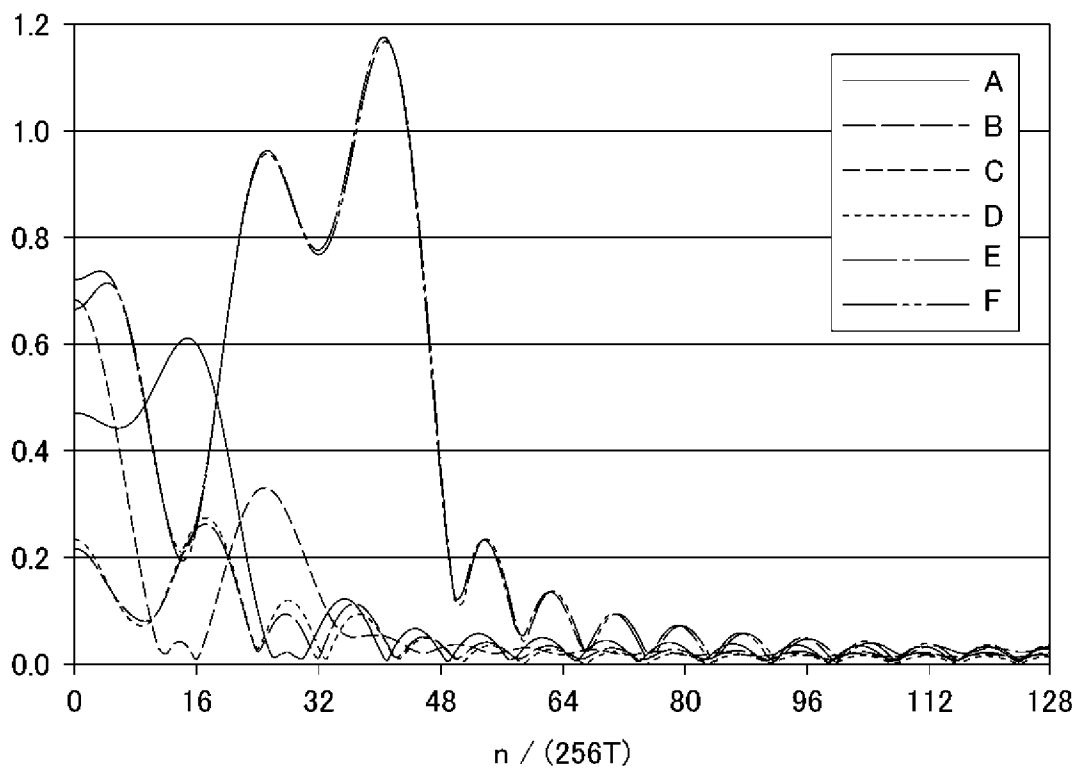
[NST6]



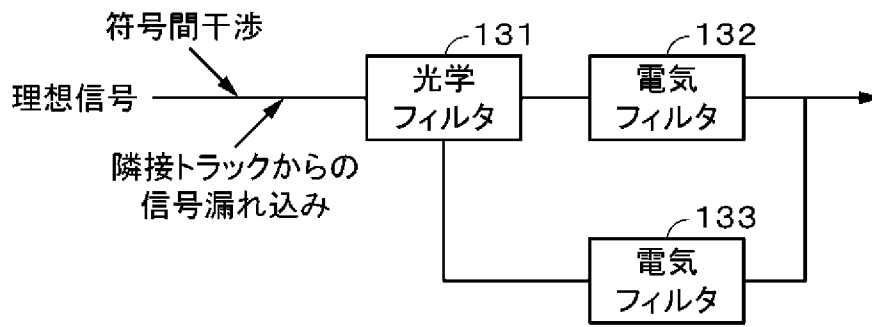
[図128]



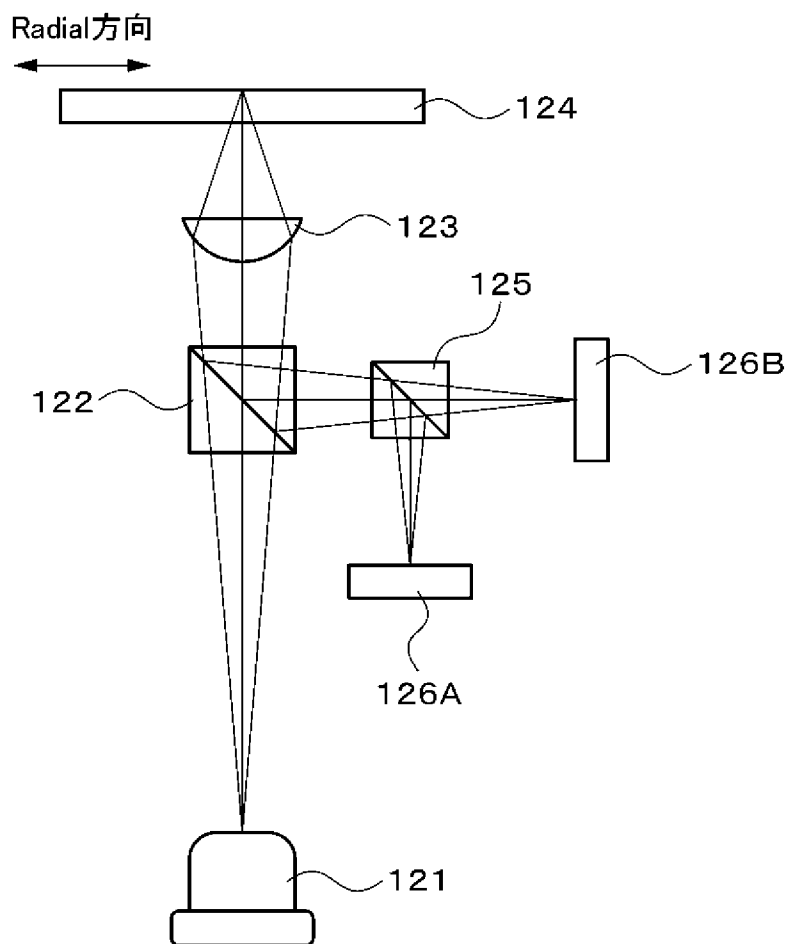
[図129]



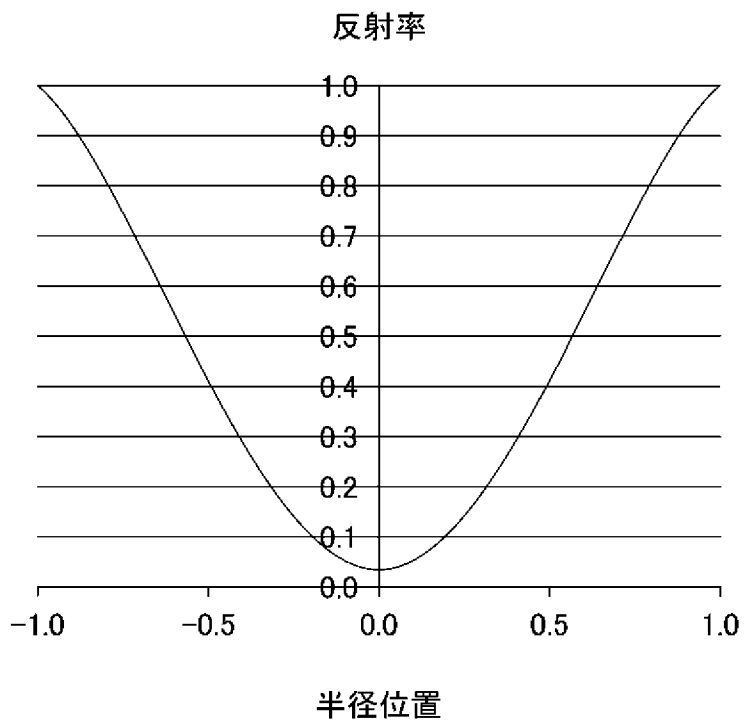
[図130]



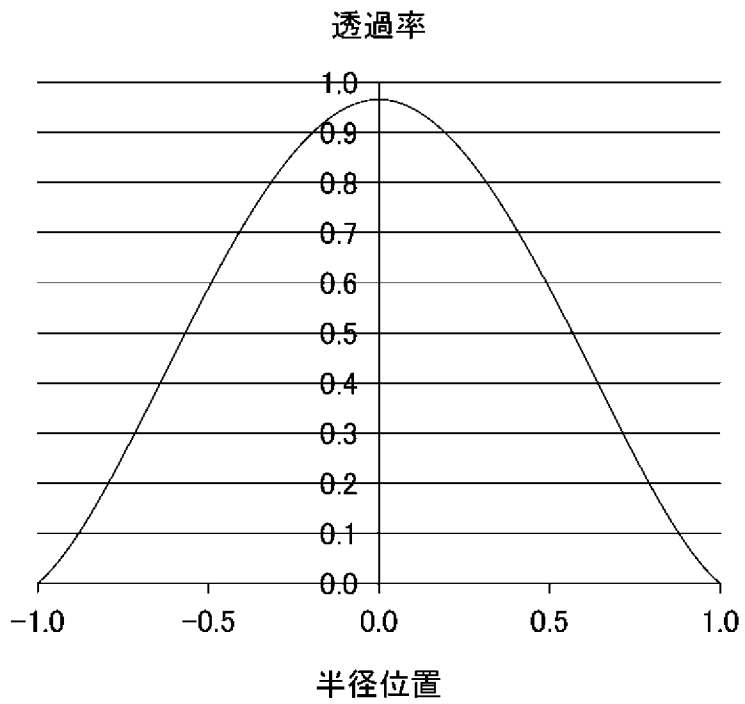
[図131]



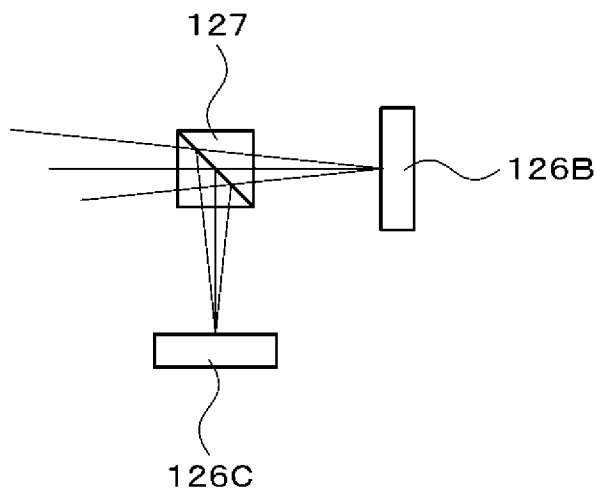
[図132]



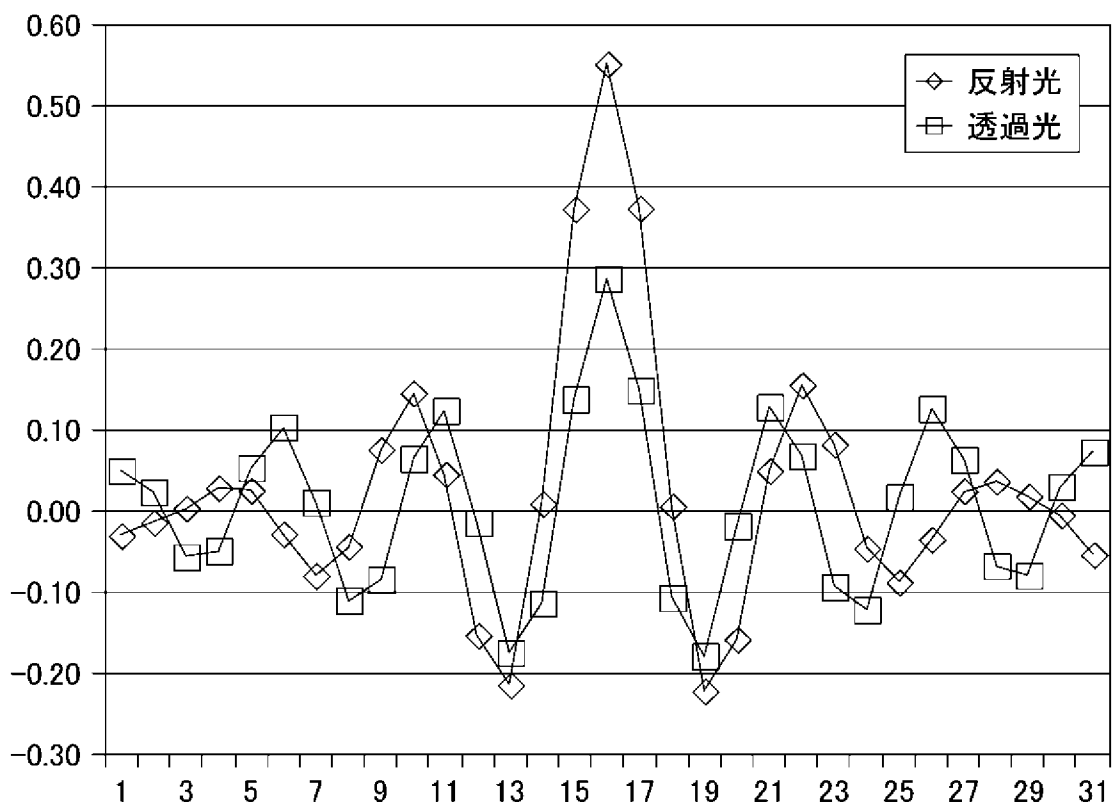
[図133]



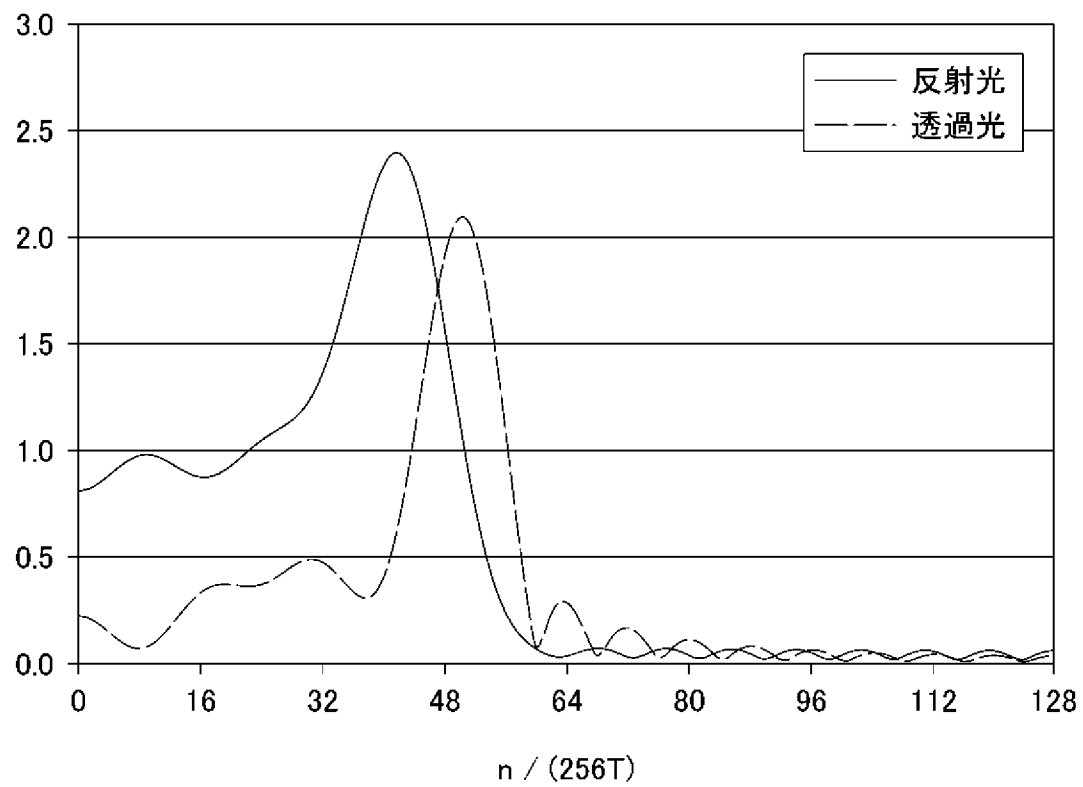
[図134]



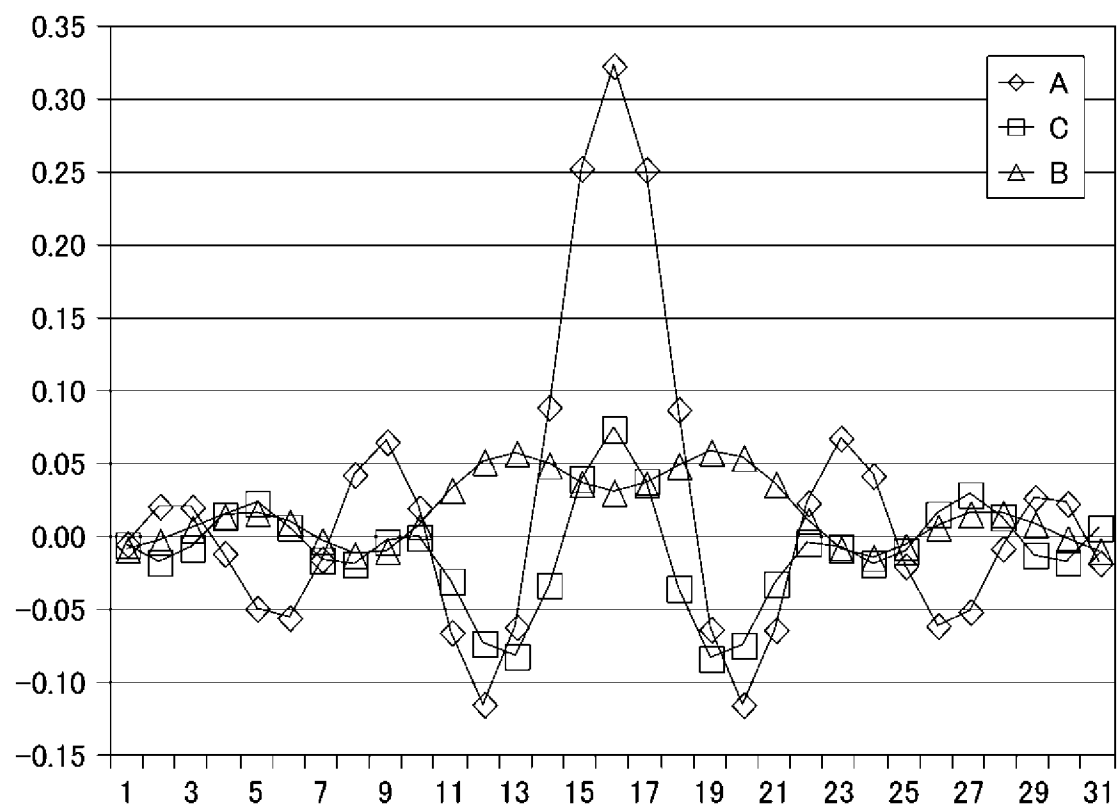
[図135]



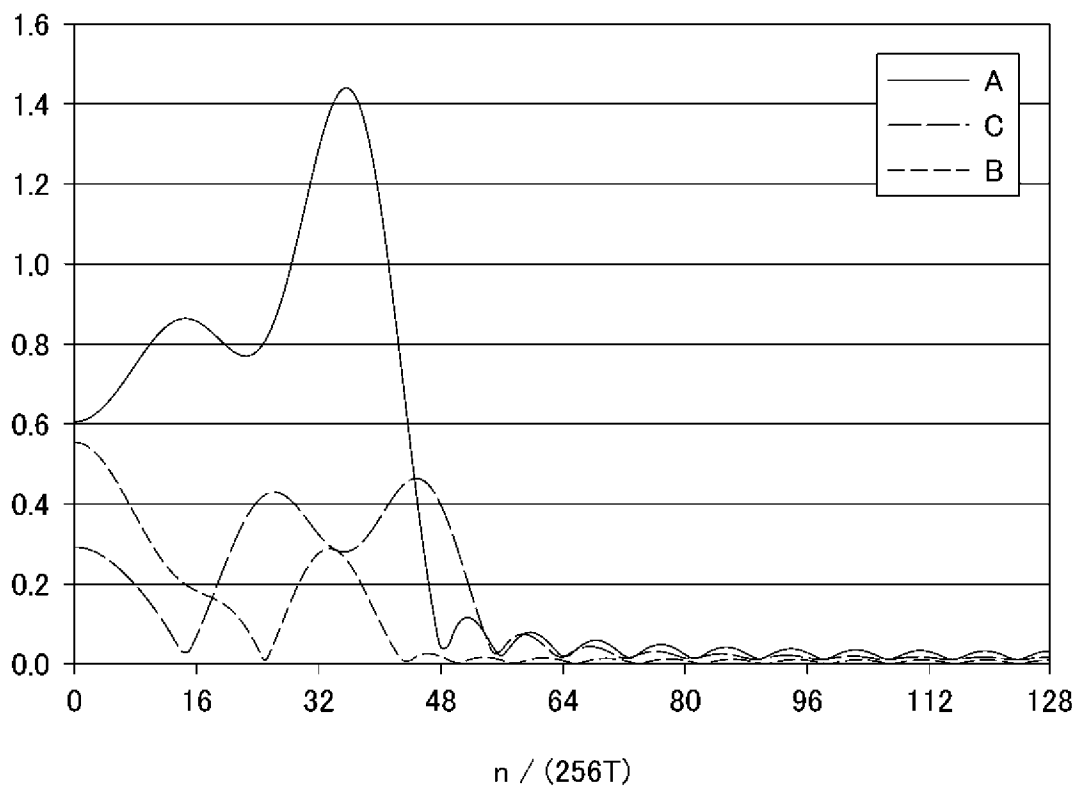
[図136]



[図137]



[図138]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/005(2006.01)i, G11B7/135(2012.01)i, G11B20/10(2006.01)i, G11B20/18(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)

G11B7/005, G11B7/135, G11B20/10, G11B20/18

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	WO 2014/054246 A1 (Panasonic Corp.), 10 April 2014 (10.04.2014), paragraphs [0051] to [0083], [0181]; fig. 1 to 7, 27 & US 2014/0341006 A1 & CN 103975389 A	1-15
A	JP 10-143901 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 May 1998 (29.05.1998), paragraphs [0022] to [0023] & US 6005835 A & GB 2319353 A & GB 9723882 A0 & DE 19750388 A & CN 1186301 A & KR 10-0375310 B	1-15

☒ 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
05 August 2015 (05.08.15)

Date of mailing of the international search report
18 August 2015 (18.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002839

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 2000-348361 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 December 2000 (15.12.2000), claim 9 & US 6577568 B1 & US 2003/0189883 A1 & US 2004/0190404 A1	1-15
A	JP 2002-342938 A (Fujitsu Ltd.), 29 November 2002 (29.11.2002), entire text; all drawings & US 2002/0131351 A1 & EP 1244105 A2 & DE 60141064 D	1-15
A	JP 07-050030 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 February 1995 (21.02.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	WO 2014/057674 A1 (Panasonic Corp.), 17 April 2014 (17.04.2014), entire text; all drawings & US 2014/0341007 A1 & CN 103988258 A	1-15
A	JP 2009-283040 A (Sony Corp.), 03 December 2009 (03.12.2009), entire text; all drawings & US 2009/0290471 A1 & CN 101587718 A & KR 10-2009-0121224 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G11B7/005(2006.01)i, G11B7/135(2012.01)i, G11B20/10(2006.01)i, G11B20/18(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. G11B7/005, G11B7/135, G11B20/10, G11B20/18

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	WO 2014/054246 A1（パナソニック株式会社）2014.04.10, 段落 0051-0083, 0181, 図 1-7, 27 & US 2014/0341006 A1 & CN 103975389 A	1-15
A	JP 10-143901 A（松下電器産業株式会社）1998.05.29, 段落 0022-0023 & US 6005835 A & GB 2319353 A & GB 9723882 A0 & DE 19750388 A & CN 1186301 A & KR 10-0375310 B	1-15

☒ 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

0 5 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 8 . 2 0 1 5

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）

中野 和彦

5 D

3 5 6 4

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

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 2000-348361 A (松下電器産業株式会社) 2000.12.15, 請求項 9 & US 6577568 B1 & US 2003/0189883 A1 & US 2004/0190404 A1	1-15
A	JP 2002-342938 A (富士通株式会社) 2002.11.29, 全文, 全図 & US 2002/0131351 A1 & EP 1244105 A2 & DE 60141064 D	1-15
A	JP 07-050030 A (松下電器産業株式会社) 1995.02.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	WO 2014/057674 A1 (パナソニック株式会社) 2014.04.17, 全文, 全図 & US 2014/0341007 A1 & CN 103988258 A	1-15
A	JP 2009-283040 A (ソニー株式会社) 2009.12.03, 全文, 全図 & US 2009/0290471 A1 & CN 101587718 A & KR 10-2009-0121224 A	1-15