

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4358387号

(P4358387)

(45) 発行日 平成21年11月4日(2009.11.4)

(24) 登録日 平成21年8月14日(2009.8.14)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 B 11/00 (2006.01)
GO 1 D 5/36 (2006.01)
 GO 1 B 11/00 A
 GO 1 D 5/36 B
 GO 1 D 5/36 X

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平11-318710	(73) 特許権者	390014281
(22) 出願日	平成11年11月9日(1999.11.9)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
(65) 公開番号	特開2000-155010(P2000-155010A)		ゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル
(43) 公開日	平成12年6月6日(2000.6.6)		・ハフツング
審査請求日	平成18年7月7日(2006.7.7)		DR. JOHANNES HEIDEN
(31) 優先権主張番号	19853295:4		HAIN GESELLSCHAFT M
(32) 優先日	平成10年11月19日(1998.11.19)		IT BESCHRANKTER HAF
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		TUNG
(31) 優先権主張番号	19936181:9		ドイツ連邦共和国、83301 トラウン
(32) 優先日	平成11年7月31日(1999.7.31)		ロイト、ドクトル・ヨハネス・ハイデンハ
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		インーストラーセ、5
		(74) 代理人	100069556
			弁理士 江崎 光史
		(74) 代理人	100092244
			弁理士 三原 恒男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学位置測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一つの特定な相対位置(x_{REF})で基準パルス信号(RI_z)を発生し、測定方向(x)に相対運動する二つの物体の相対位置を測定する光学位置測定装置において、この光学位置測定装置が、下記の構成要素、

a) 測定方向(x)に順次配置された光学特性の異なる多数の部分領域($10d, 10u; 100d, 100u; 400r, 400n$)を有する3個以上($n=3, 4, \dots$)のブロック($BM1, BM2, BM3; BM100, BM200, BM300, BM400$)が測定方向(x)に隣接して配置された目盛板・基準マーク構造体($10; 100; 400$)を有している一方の物体に接続された目盛板(M)、

b) 走査・基準マーク構造体($20; 200; 300$)と多数の検出素子($D1, D2, D3; D100, D200, D300, D400$)を備えた走査板(A)とを有している他方の物体に接続された走査ユニット(AE)、
を備え、その場合、

b1) 走査・基準マーク構造体($20; 200; 300$)も測定方向(x)に隣接して順次配置された n 個のブロック($BA1, BA2, BA3; BA100, BA200, BA300, BA400$)から成り、

b2) 前記走査・基準マーク構造体($20; 200; 300$)あるいは前記目盛板・基準マーク構造体($10; 100; 400$)の少なくとも一つの第一グループのブロック($BA2, BA100, BA300; BM2, BM100, BM300$)は、光源(LQ)によ

10

20

り照明された場合に基準位置 (x_{REF}) のところのその時の他方の基準マーク構造体の面で走査・基準マーク構造体 ($20; 200; 300$) あるいは目盛板・基準マーク構造体 ($10; 100; 400$) の付属する第一グループのブロック ($BA2, BA100, BA300; BM2, BM100, BM300$) の構造と同一の強度分布を供給し、前記走査・基準マーク構造体 ($20; 200; 300$) あるいは前記目盛板・基準マーク構造体 ($10; 100; 400$) の少なくとも一つの第二グループのブロック ($BA1, BA3; BA200, BA400; BM1, BM3; BM200, BA400$) は、光源 (LQ) により照明された場合にその時の他方の基準マーク構造体の面で前記走査・基準マーク構造体 ($20; 200; 300$) あるいは前記目盛板・基準マーク構造体 ($10; 100; 400$) の付属するブロック ($BA1, BA3; BA200, BA400; BM1, BM3; BM200, BA400$) の構造に対して相補的となる強度分布を供給するように、走査・基準マーク構造体 ($20; 200; 300$) あるいは目盛板・基準マーク構造体 ($10; 100; 400$) の前記第一グループのブロック ($BA2, BA100, BA300; BM2, BM100, BM300$) を形成し、第一グループと第二グループのブロックが、測定方向に沿って交互に配置されており、

10

b3) 走査・基準マーク構造体 ($20; 200; 400$) のブロック ($BA1 \sim BA3; BA100 \sim BA400$) の各々に一つの検出素子 ($D1 \sim D3; D100 \sim D400$) が付属し、

b4) ブロックのグループの出力信号 (RI_T, RI_{GT}) を互いに接続して、各ブロックのグループのこれ等の出力信号から両方の物体の特定な相対位置 (x_{REF}) で最大値あるいは最小値となるそれぞれ一つの基準パルス出力信号 (RI_T, RI_{GT}) が生じるように、前記検出素子 ($D1 \sim D3; D100 \sim D400$) が結線されている、

20

ことを特徴とする光学位置測定装置。

【請求項 2】

各ブロック ($BA1 \sim BA3; BA100 \sim BA400$) に光学特性の異なる部分領域 ($20d, 20u; 200d, 200u$) の配置を有する純粋な振幅パターン構造体として走査・基準マーク構造体 ($20; 200$) を形成し、第一グループのブロック ($BA2; BA100, BA300$) では部分領域 ($20d, 20u; 200d, 200u$) の配置が目盛板・基準マーク構造体 ($10; 100$) の付属するブロック ($BM2; BM100, BM300$) の部分領域 ($10d, 10u; 100d, 100u$) の配置と同一であり、少なくとも一つの第二グループのブロック ($BA1, BA3; BA200, BA400$) では部分領域 ($20d, 20u; 200d, 200u$) の配置が目盛板・基準マーク構造体 ($10; 100$) の付属するブロック ($BM1, BM3; BM200, BM400$) の部分領域 ($10d, 10u; 100d, 100u$) の配置と相補的であることを特徴とする請求項 1 に記載の光学位置測定装置。

30

【請求項 3】

走査・基準マーク構造体 (300) は位相パターン構造体あるいは組み合わせた位相・振幅パターン構造体として形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光学位置測定装置。

【請求項 4】

組み合わせた位相・振幅パターン構造体として形成された走査・基準マーク構造体 (300) は透過性の部分領域 ($300d$) と非透過性の部分領域 ($300u$) で形成され、透過性の部分領域 ($300d$) には位相のずれたパターン構造体が配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載の光学位置測定装置。

40

【請求項 5】

両方のブロックのグループの基準パルス出力信号 (RI_T, RI_{GT}) は差接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の光学位置測定装置。

【請求項 6】

基準パルス出力信号 (RI_T, RI_{GT}) は差形成素子 (DI_F) の両方の入力端に入力することを特徴とする請求項 5 に記載の光学位置測定装置。

50

【請求項 7】

目盛板・基準マーク構造体(10; 100; 400)のブロック(BM1~BM3; BM100~BM400)毎におよび/または走査・基準マーク構造体(20; 200)のブロック(BA1~BA3; BA100~BA400)毎に、光学的に透過性・非透過性に形成された多数の部分領域が配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光学位置測定装置。

【請求項 8】

目盛板・基準マーク構造体のブロック毎におよび/または走査・基準マーク構造体のブロック毎に、光学的に反射性・非反射性に形成された多数の部分領域が配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光学位置測定装置。

10

【請求項 9】

検出素子(D1~D3; D100~D400)の面は目盛板・基準マーク構造体(10; 100; 400)や走査・基準マーク構造体(20; 200)の付属するブロック(BM1~BM3; BM100~BM400; BA1~BA3; BA100~BA400)の面より僅かに大きく形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光学位置測定装置。

【請求項 10】

目盛板・基準マーク構造体と走査・基準マーク構造体の二つのグループに偶数のブロックを設け、目盛板・基準マーク構造体の全てのブロックの面積の合計と走査・基準マーク構造体の全てのブロックの面積の合計が同一となるように選定されていることを特徴とする請求項1に記載の光学位置測定装置。

20

【請求項 11】

目盛板・基準マーク構造体と走査・基準マーク構造体の二つのグループの奇数のブロックを設け、目盛板・基準マーク構造体と走査・基準マーク構造体の第一グループの面の和が第二グループの面の和と同一に選択されていることを特徴とする請求項1に記載の光学位置測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、二つの可動物体の相対位置の測定に適し、両方の物体が少なくとも一つの特定な相対位置にあると、基準パルスを出力する光学位置測定装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

周知の光学増分位置測定装置には、二つの可動物体の相対位置を測定するため、通常目盛板の側に増分目盛トラックがある。このトラックは増分信号を発生する走査ユニットにより走査される。更に、両方の物体の一つまたはそれ以上の一義的に定めた相対位置で所謂「基準パルス」を発生できる可能性もしばしば設けてある。このため、目盛板の側で増分目盛トラックに隣接して更に基準トラックが設けてある。この基準トラックには、特定な個所に一つまたはそれ以上の目盛板基準マーク構造体がある。これ等の構造体も基準パルス信号を発生するため走査ユニットで走査される。

【0003】

40

走査ユニットには、このため専ら走査基準マーク構造体および一つまたはそれ以上の光電検出器がある。基準パルス信号の発生は通常各基準位置で最大または最小値となる信号を発生するように、目盛板側および走査側の基準マーク構造体を形成して行われる。基準パルス信号の確実な検出を保証するため、そのようにして発生した信号を基準信号と差をとるように接続し、このため基準信号と共に差形成素子の両方の入力端に入力する。この差形成素子の出力端には、次の処理のためその時の基準位置を特定する信号が出力する。

【0004】

差形成素子の基準信号もしくはトリガー信号として、この光学位置測定装置には、通常一定の振幅の所謂「均一光信号」を使用する。この均一光信号は均一光トラックを光学的に走査して得られる。

50

【 0 0 0 5 】

その外、米国特許第 4,691,101号明細書により、本来の同相基準パルス信号に対して 180°位相差のある波形を示す所謂「プッシュプル基準パルス信号」として基準信号を発生することも知られている。上記特許明細書の図 1 2 A と 1 2 B によれば、目盛板上の透過部分領域と非透過部分領域の非周期的な配列に応じて、走査側に隣接する個別検出素子の対応する配置を選んで上記の事項を達成している。その外、目盛板側の透過部分領域または非透過部分領域に対して個別の走査側検出素子を直接割り当てることが行われている。これに反して、プッシュプル基準パルス信号を発生させるため、基準パルス目盛板構造体の非透過部分領域に付属した検出素子が互いに接続している。次いで、両方の信号を差形成素子に導入し、その出力端には次の処理に望ましい基準パルス信号 C が出力する。

10

【 0 0 0 6 】

出力側の基準パルス信号をこのように発生させることについての難点は、特に目盛板と走査側の検出器配置を備えた提案されている位置測定装置が目盛板と走査ユニットの間に比較的小さな間隔を必要とする点にある。これは多くの応用例で確保できない。更に、検出素子へ不均一な散乱光が入射するため、発生する基準パルス信号の誤ったもしくは変化したトリガーが行われる。

【 0 0 0 7 】

その外、基準パルス信号を発生する似たような態様はドイツ特許出願第 195 12 258 号明細書でも周知である。この明細書でも、目盛板側の基準マーク構造体の特定の領域に対して面状の検出素子が直接割り当ててある。この配置の難点は既に上で考察した刊行物の難点と同じである。

20

【 0 0 0 8 】

【 発明が解決しようとする課題 】

それ故、この発明の課題は、従来の技術と比べて基準パルス信号を確実に発生させることのできる光学位置測定装置を提供することにある。走査間隔が大きい場合でも、また散乱光が入射しても上記のことが保証されるべきである。

【 0 0 0 9 】

【 課題を解決するための手段 】

上記の課題は、この発明により、少なくとも一つの特定な相対位置 x_{REF} で基準パルス信号 $R I_z$ を発生し、測定方向 x に相対運動する二つの物体の相対位置を測定する光学位置測定装置にあって、下記の構成要素、

30

a) 測定方向 x に順次配置された光学特性の異なる多数の部分領域 $1 0 d, 1 0 u; 1 0 0 d, 1 0 0 u; 4 0 0 r, 4 0 0 n$ を有する n ($n = 2, 3, 4, \dots$) 個のブロック $B M 1, B M 2, B M 3; B M 1 0 0, B M 2 0 0, B M 3 0 0, B M 4 0 0$ を測定方向に配置された目盛板・基準マーク構造体 $1 0; 1 0 0; 4 0 0$ を有している一方の物体に接続された目盛板 M ,

b) 走査・基準マーク構造体 $2 0; 2 0 0; 3 0 0$ と多数の検出素子 $D 1, D 2, D 3; D 1 0 0, D 2 0 0, D 3 0 0, D 4 0 0$ を備えた走査板 A とを有している他方の物体に接続された走査ユニット $A E$,

を備え、その場合、

40

b1) 走査・基準マーク構造体 $2 0; 2 0 0; 3 0 0$ も測定方向 x に順次配置された n 個のブロック $B A 1, B A 2, B A 3; B A 1 0 0, B A 2 0 0, B A 3 0 0, B A 4 0 0$ から成り、

b2) 前記走査・基準マーク構造体あるいは前記目盛板・基準マーク構造体の少なくとも一つの第一グループのブロック $B A 1, B A 3; B A 1 0 0, B A 3 0 0; B M 1, B M 3; B M 1 0 0, B M 3 0 0$ が基準位置 x_{REF} のところのその時の他方の基準マーク構造体の面で走査・基準マーク構造体 $2 0; 2 0 0; 3 0 0$ あるいは測定板・基準マーク構造体 $1 0; 1 0 0; 4 0 0$ の付属する第一グループのブロック $B A 1, B A 3; B A 1 0 0, B A 3 0 0; B M 1, B M 2, B M 3; B M 1 0 0, B M 3 0 0$ の構造と同一の強度分布を供給し、前記走査・基準マーク構造体あるいは前記目盛板・基準マーク構造体の少な

50

くとも一つの第二グループのブロック $BA2$; $BA200$, $BA400$; $BM2$; $BM200$, $BA400$ がその時の他方の基準マーク構造体の面で前記走査・基準マーク構造体あるいは前記目盛板・基準マーク構造体の付属するブロック $BA2$; $BA200$, $BA400$; $BM2$; $BM200$, $BA400$ の構造に対して相補的となる強度分布を供給するように、走査・基準マーク構造体あるいは目盛板・基準マーク構造体の前記第一グループのブロック $BA1$, $BA3$; $BA100$, $BA300$; $BM1$, $BM2$, $BM3$; $BM100$, $BM300$ を形成し、

b3) 走査・基準マーク構造体 20 ; 200 ; 400 のブロック $BA1 \sim BA3$; $BA100 \sim BA400$ の各々に一つの検出素子 $D1 \sim D3$; $D100 \sim D400$ が付属し、

b4) ブロックのグループの出力信号 RI_T , RI_{GT} を互いに接続して、各ブロックのグループのこれ等の出力信号から両方の物体の特定な相対位置 x_{REF} で最大値あるいは最小値となるそれぞれ一つの基準パルス出力信号 RI_T , RI_{GT} が生じるように、前記検出素子 $D1 \sim D3$; $D100 \sim D400$ が結線されている、
を備えていることによって解決されている。

【0010】

この発明による他の有利な構成は特許請求の範囲の従属請求項に記載されている。

【0011】

【発明の実施の形態】

この発明によれば、一つまたはそれ以上の目盛板・基準マーク構造体を走査するため、一定の目盛板・基準マーク構造体が一定に配置された検出素子と関連して使用される。こうして、より大きな可能な走査間隔が実現できる。

【0012】

大きな走査間隔に基づき、使用する検出素子を受光側からボンディング線で電氣的に接続することが問題なく可能になり、これ等の検出素子が間隔が狭いため目盛板で傷付くことはない。

【0013】

更に、説明すべきことは、目盛板の基準マーク構造体と走査の基準マーク構造体を有する二つのグループのブロックの面をこの発明により同一に選んでいることにより、散乱光の影響に鈍感であることが保証される点にある。つまり、散乱光は全ての信号成分に同じように影響を与える。つまり、両方のグループのブロックから導かれる 180° だけ位相のずれた信号が同じ影響を受ける。

【0014】

更に、考察した従来の技術とは異なり、一方で余り大きな作製コストを必要としない比較的大きな検出素子を使用でき、他方でそれにもかかわらず、基準パルス信号を高分解能で発生させることができる。

【0015】

この発明による光学位置測定装置は当然反射光でも透過光でも実現できる。同様に、同じ位置測定装置は直線相対運動を検出するため、また回転相対運動を検出するために使用できる。

【0016】

【実施例】

この発明による光学位置測定装置の他の利点および詳細は添付図面に基づく実施例の以下の説明で理解できる。

【0017】

この発明による光学位置測定装置の可能な種々の実施態様が図 1a ~ 1c に示してある。個々の態様は、この場合、特に図 1a の反射測定型としてあるいは図 1b と 1c の透過光測定型としてのその時の構成で異なる。

【0018】

図示するこの発明による位置測定装置の実施態様にはそれぞれ走査ユニット AE とこのユニットにより走査される目盛板 M がある。走査ユニット AE と目盛板 M は互いに相対運動

する物体（図示せず）に接続し、これ等の物体の相対位置は位置測定装置により正確に測定される。測定方向X、つまり走査ユニットAEと目盛板Mがその都度相対運動する方向は、どの三つの場合でも、紙面に垂直に向いている。相対運動するこれ等の物体は、例えば数値制御された工作機械の工具と加工品である。

【0019】

図示する実施例の走査ユニットAEには、それぞれ一つの光源LQ、一つの光学系O、走査板Aおよび検出ユニットDがある。その外、走査ユニットAEの側には既に異なっている信号処理素子が配置され、これ等の素子は発生した走査信号の次の処理を引き受け、次いでこれ等の信号は後続する評価ユニット、例えば数値制御工作機械の制御部に渡される。

10

【0020】

図示する実施例では、光学系Oは光源LQから放出されたビーム束をコリメートするために使用される。同様に、光学系Oには収束作用あるいは部分的な収束作用もある。その外、この発明による構想は主に光源LQと走査板Aあるいは目盛板Mの間に光学系Oのない位置測定装置、つまり所謂「発散照明を備えたシステム」でも実現できる。

【0021】

この発明による位置測定装置の異なった実施態様には、それぞれ一つの増分目盛トラック（図示せず）があり、このトラックの光走査により周知のように位相のずれた二つの増分信号が生じる。その外、走査ユニットAEにより目盛板Mを走査する時に測定区間に沿って一個所あるいはそれ以上の個所で基準パルス信号を発生するようにされていて、これにより位置測定時の絶対的な対応関係を行っている。

20

【0022】

特に基準パルス信号の発生と、それに必要な目盛板M、走査板Aおよび検出ユニットDの側の処置とに対するこの発明による詳細に関して、以下では図2～4の説明でもっと詳しく立ち入る。

【0023】

図1aでは反射光系として形成された位置測定装置の実施例が示してある。この場合、目盛板Mあるいはその上に配置されたパターン構造体は、種々の走査信号を発生するため、反射性あるいは非反射性に形成された交番部分領域から成る。走査板Aにも交番配置された透過部分領域と非透過部分領域から成るパターン構造体がある。

30

【0024】

これに対して、図1bと1cに図示する実施態様は透過系として形成されている。目盛板Mの上には、これ等両方の場合、走査信号を発生するパターン構造体が配置されている。これ等の構造体は交番配置された透過部分領域と非透過部分領域で形成されている。付属する走査板Aのそれぞれに配置されているパターン構造体は図1aの例と同じように形成されている。即ち、交番配置された透過部分領域と非透過部分領域で形成されている。

【0025】

図1bと1cの両方の透過光の実施態様は光源LQから出発して配置されてる部品の順序に相違があるだけである。つまり、図1bの例では、走査板Aを光源LQと光学系Oの直後に配置しているので、ビーム束は走査板Aから次に目盛板Mに、そして次に検出ユニットDに達する。

40

【0026】

これに対して、図1cの例では、異なった部品の配置が示してあり、走査板Aは検出ユニットDの直前に配置され、ビーム束は先ず目盛板Mに入射し、次に検出ユニットDで検出される前に、走査板Aに達する。

【0027】

図1a～1cでは、何れも直線位置測定装置が示してあるが、次に説明するこの発明による構想を回転光学位置測定装置に移すことは当然可能である。

【0028】

図2に基づき、以下にこの発明による光学位置測定装置の第一実施例をより詳しく説明す

50

る。特に基準パルス信号の発生の方法を説明する。図2の中間部分では目盛板・基準マーク構造体10が示しある。この構造体は異なった光学特性の部分領域10d, 10uのそれぞれ非周期的な順序を有し、測定方向に隣接配置された多数のブロックBM1~BM3で構成されている。図1bの透過光配置の場合には、明るい部分領域10dは透過性に形成されているが、暗い部分領域10uは非透過性に形成されている。図1aの反射実施態様の例では、目盛板・基準マーク構造体10の異なった部分領域10u, 10dはそれに応じて非反射的および反射的に形成されている。

【0029】

図2と3の次の実施例では、それぞれこの発明による光学位置測定装置の透過光実施態様を説明する。当然、この発明による構想を反射光系にも同じように移すことができる。

【0030】

図2の実施例では、全部で三つのブロックBM1~BM3が設けてある。当然、何れでも目盛板・基準マーク構造体10当たり3個以上のブロックを配置してもよい。しかし、この発明による位置測定装置は少なくとも目盛板・基準マーク構造体10内にn個(n=2)のそのようなブロックが必要である。

【0031】

走査側、つまり走査板Aの側には、走査ユニットAEに走査・基準マーク構造体20が設けてある。この構造体も測定方向xに隣接配置されたn個のブロックBA1~BA3(この場合=3)で構成されている。そこには、これに従い、目盛板Mの側の目盛板・基準マーク構造体10の内部に同じようにn個のブロックBA1~BA3が配置されている。走査・基準マーク構造体20のブロックには、再び測定方向xに隣接配置された光学的に異なる特性の部分領域20u, 20dがある。この場合、図面に明るく示した部分領域20dは透過性に形成されているが、暗く示した部分領域20uは入射光束に対して非透過性である。

【0032】

図2の図面では、走査ユニットAEあるいは走査板Aが検出すべき基準位置 x_{REF} のところに正確に存在している。

【0033】

目盛板・基準マーク構造体および走査・基準マーク構造体の内部の異なったブロックBM1~BM3あるいはBA1~BA3の構成あるいは配置は、一方で少なくとも一つの第一グループのブロックBM2, BA2の中で目盛板・基準マーク構造体10の側の部分領域10u, 10dおよび走査・基準マーク構造体20の側の部分領域20u, 20dの配置が同一であるように選択される。図示する実施例では、このグループは目盛板Mと走査板Aの側のそれぞれただ一つのブロックBM2, BA2でのみ構成されている。

【0034】

他方、第二グループのブロックBM1, BM3, BA1, BA3は目盛板Mと走査板Aの側で前記ブロックBM1, BM3, BA1, BA3内に部分領域10u, 10d, 20u, 20dの配置が互いに相補的であるように形成されている。「相補的」とは図2に図示する透過光の実施態様で、目盛板Mの側の透過性の部分領域10dの場合に非透過性の部分領域10uが走査板Aの側で対応する位置に配置されている等々であると解すべきである。

【0035】

これに反して、図1aの反射目盛板を用いる反射光の場合には、第一のグループで目盛板の反射部分領域に走査板の透過部分領域が付属し、目盛板の非反射部分領域に走査板の非透過部分領域が付属している。第二グループ内の部分領域の相補的な配置では、これに反して、反射実施態様の時、目盛板の非反射部分領域にそれぞれ走査板の透過部分領域が付属し、目盛板の反射部分領域に走査板の非透過部分領域が付属している。

【0036】

更に、走査・基準マーク構造体内部の異なったブロックBA1~BA3の各々には走査ユニットAEで一定の空間関係で平坦な一つの光電検出素子D1~D3が付属している。この検出素子により、光源LQから出て走査板Aと目盛板Mを経由してその上に入射する光

10

20

30

40

50

束が検出される。検出素子 $D_1 \sim D_3$ の各々は、目盛板 M または走査板 A の上の基準マーク構造体内の異なった部分領域 $10u, 10d$ の幅の数倍に相当する受光面あるいは測定方向 x の大きさを有する。

【0037】

その外、この実施態様では両方のグループのブロック $BA_1 \sim BA_3$, $BM_1 \sim BM_3$ の面は、両方のグループに対してほぼ等しい大きさの面になるように選択されている。図2に示す実施例では、これは大体ブロック BA_1 または BM_1 と BA_3 または BM_3 の両方の面の和がブロック BA_2 または BM_2 の面に等しく選択されていることを意味する。

【0038】

更に、両方のグループに付属する検出素子 $D_1 \sim D_3$ の面は大体同じ大きさに選ばれている。図2の実施例では、両方の検出素子 D_1 と D_3 の足し合わせた受光面は検出素子 D_2 の面に大体一致している。更に、個々の検出素子 $D_1 \sim D_3$ の面はそれぞれブロック $BA_1 \sim BA_3$ の付属する面より幾分大きく設計されている。このようにして、目盛板 M と走査ユニット AE もしくは走査板 A に僅かな傾きがあっても、異なったブロック $BA_1 \sim BA_3$ がそれぞれの検出素子 $D_1 \sim D_3$ に付属していることが保証されているを確実にできる。

【0039】

異なったグループの個々の検出素子 $D_1 \sim D_3$ には、米国特許出願第 4,691,101号明細書による従来の技術とは異なり、目盛板 M または走査板 A の側に内部パターン構造を有するブロックが付属している。このため、ブロック $BA_1 \sim BA_3$ あるいは $BM_1 \sim BM_3$ 毎に、異なった光学特性の多数の部分領域 $20d, 20u, 10d, 10u$ が設けてある。この処置により、最後に発生する基準パルス信号の望まし幅を特に適当に調節できる。

【0040】

この発明により基準パルス信号を発生させる場合の望ましい汚れ鈍感性は、目盛板と走査ユニット側のブロック粗構造および検出素子の対応する割当と結線による。

【0041】

異なる検出素子 $D_1 \sim D_3$ は、この発明によれば、一つのグループに付属するこれ等の検出素子 $D_1 \sim D_3$ はそれぞれ加算的になるように結線される。図2の実施例では、このため検出素子 D_1 と D_3 が加算となる結線にされていて、加算信号は演算増幅器で形成された差動増幅器 DI_F の反転入力端に入力する。第二のグループには検出素子 D_2 だけが付属するので、この検出素子は他の検出素子には接続されていなく、差動増幅器 DI_F の非反転入力端に繋がっている。そのように発生した両方のグループの信号 RI_T あるいは RI_{GT} は基準位置 x_{REF} でその都度最大値または最小値を示す。これに応じて、基準パルス信号 RI_Z が差動増幅器 DI_F の出力端に生じ、この信号は基準位置 x_{REF} で最大値または最小値を示す。つまり、図1bの透過光の実施態様では、目盛板・基準マーク構造体 10 と走査・基準マーク構造体 20 に基づき第一グループの検出素子 D_1 と D_3 で導かれる信号 RI_{GT} は基準位置 x_{REF} で最小値になり、第二グループの検出素子 D_2 から生じる信号 RI_T は位置 x_{REF} で最大値となる。

【0042】

ここで、 RI_T と RI_{GT} の信号波形を当然これ以外にも選択できることを指摘しておく。つまり、目盛板の側および走査側に異なるパターン構造体の構成は、この発明の枠内で適当に変更できる等々である。

【0043】

目盛板 M と走査板 A の側の比較的細かい基準マーク構造体 $10, 20$ を比較的粗くパターン構造化した検出素子 $D_1 \sim D_3$ と関連させて使用する図2の実施例は、光源 LQ から放出されたビーム束の発散が大きい光学位置測定装置に特に適している。例えば、本出願人のドイツ特許出願公告第 197 26 935 号明細書に記載されているように、発散照明を伴う光学位置測定装置に関連して使用することが可能である。この場合、空間的に良好に分離している粗い検出素子 $D_1 \sim D_3$ は、隣の検出素子の間の望ましくない光学的な過応答を防止する。更に、検出ユニット D の側に極端な微細パターン構造を必要としない点で有利

10

20

30

40

50

で、それ以外では高い製作技術経費が必要となるであろう。

【 0 0 4 4 】

図 2 の実施例で基準位置 x_{REF} で発生する信号 $R I_T$ と $R I_{GT}$ の波形を図 3 に模式的に示す。

【 0 0 4 5 】

両方の信号 $R I_T$ と $R I_{GT}$ は更に演算処理する基準パルス信号 $R I_Z$ を発生させるため、最後に差動増幅器 $D I F$ の両方の入力端に導入される。この増幅器内では結局両方の入力信号 $R I_T$ と $R I_{GT}$ が互いに引算されるか、両方の信号から差が形成される。差動増幅器 $D I F$ の出力端には望む基準パルス信号 $R I_Z$ が生じ、この信号は更に演算処理するため評価ユニットに伝送される。得られた基準パルス信号 $R I_Z$ も図 3 に示してある。

10

【 0 0 4 6 】

次に、この発明により基準パルス信号を発生させることに関する他の実施例を図 4 に基づき説明する。これは、走査ユニットもしくは走査板 A の側および目盛板 M の側の異なったパターン構造体の一部、および検出ユニット D の内部の検出素子の配置の一部を示す。走査板 A あるいは走査ユニット A E の側には再び走査・基準マーク構造体 2 0 0 が設けてある。この構造体は二つのグループのブロック B A 1 0 0 ~ B A 4 0 0 から成り、それぞれ測定方向 x に連続して隣り合わせに配置された光学特性の異なる部分領域 2 0 0 u, 2 0 0 d で形成されている。

【 0 0 4 7 】

目盛板 M の側には目盛板・基準マーク構造体 1 0 0 が配置されている。この構造体は二つのグループのブロック B M 1 0 0 ~ B M 4 0 0 から成り、光学特性の異なる部分領域 1 0 0 u, 1 0 0 d を含む。

20

【 0 0 4 8 】

透過光システムおよび反射光システムでの各基準マーク構造体 1 0 0, 2 0 0 の異なった構成の可能性に関しては、図 2 の上記説明を参照されたい。

【 0 0 4 9 】

図 4 の実施例では、走査板側と目盛板側の両方のブロックの各々に多数のブロックがあり、図 4 にはそのうちの一部分のみ示してある。走査板 A では第一グループに対して特にブロック B A 1 0 0 と B A 3 0 0 が付属し、第二グループに対して特にブロック B A 2 0 0 と B A 4 0 0 が付属している。第一グループは目盛板で特に二つのブロック B M 1 0 0 と B M 3 0 0 が付属し、第二グループに対して特に B M 2 0 0 と B M 4 0 0 が付属している。

30

【 0 0 5 0 】

走査ユニット内、あるいは走査板 A の上のブロック B A 1 0 0 ~ B A 4 0 0 には検出ユニット D の面状の検出素子 D 1 0 0 ~ D 4 0 0 が一定の空間関係で付属している。即ち、ブロック B A 1 0 0 には検出素子 D 1 0 0 が、ブロック B A 2 0 0 には検出素子 D 2 0 0 が、ブロック B A 3 0 0 には検出素子 D 3 0 0 が、そしてブロック B A 4 0 0 には検出素子 D 4 0 0 が付属している。同様なことは図示していない他のブロックにも当てはまる。

【 0 0 5 1 】

走査板 A 側の第一グループのブロック B A 1 0 0, B A 3 0 0 は付属するブロック B M 1 0 0, B M 3 0 0 と同一に形成されている。走査板側の第二グループのブロック B A 2 0 0, B A 4 0 0 は新たに目盛板上の付属するグループのブロック B M 2 0 0, B M 4 0 0 に相補的に形成されている等々である。

40

【 0 0 5 2 】

前記実施例と同じように、検出素子 D 1 0 0, D 3 0 0 の面は検出素子 D 2 0 0, D 4 0 0 の面と同一である。この処置に基づき、前記実施例のように、後続する差形成素子の異なった入力端に付属する検出素子はその周波数応答に関して同一に振る舞うという利点が生じる。

【 0 0 5 3 】

この発明による第一実施例の構想と同じように、図 4 の第二実施例でも一つのグループの

50

ブロックの検出素子をそれぞれ結線する、つまり検出素子 D 1 0 0 と D 3 0 0 および検出素子 D 2 0 0 と D 4 0 0 を結線している。両方のグループの検出素子から図示するように所謂「同相基準パルス信号 $R I_T$ およびプッシュプル基準パルス信号 $R I_{GT}$ 」が生じる。信号 $R I_T$ は再び基準位置で最大値を示し、信号 $R I_{GT}$ は最小値を示す。これ等の信号 $R I_T$, $R I_{GT}$ は差形成素子 D I F の両方の入力端に導入され、そこで両方の信号 $R I_T$, $R I_{GT}$ から差が形成される。差形成素子 D I F の出力端には、次の演算処理に適した基準パルス信号 $R I_Z$ が生じる。更に、第一実施例と同じように、生じる得る散乱光の影響を除去できることが確実になる。

【 0 0 5 4 】

図 2 の配置とは異なり、走査板 A の上および目盛板 M の上にはそれぞれ基準マーク構造体 1 0 0 , 2 0 0 が非常に狭い間隔で相互に配置されているので、結局多数のブロックが完全な基準マークの全長にわたり配置できる。それ故、図 2 の実施態様とは異なり、この実施例は特に照明側の発散度が小さい光学位置測定システムに適している。何故なら、異なったグループのブロックまたは検出素子が比較的狭く隣接配置されているからである。この場合、隣接するブロックまたは検出素子の間の過応答は照明の発散度が小さいので排除される。

【 0 0 5 5 】

図 2 と 4 の説明した実施例には、目盛板側にも走査側にも、純粋に振幅パターン構造体として形成された基準マーク構造体がある。この場合、交互に配置された異なった構造体の部分領域は透過性・非透過性、あるいは反射性・非反射性に形成されている。このような振幅パターン構造体により、それぞれの構造体の目盛周期が充分大きいとこの発明により基準信号が発生する。目盛周期が $T_P = 200 \mu m$ の場合、コントラストの強い基準パルス信号がこの発明による方法により発生する。しかし、目盛周期の小さい微細パターン構造体を使用すると、例えば目盛周期 $T_P = 20 \mu m$ であると、実際にしばしば必要となる $0.5 mm$ 以上の走査間隔の場合、目盛板側の基準マーク構造体上へ走査側の基準マーク構造体の充分良好な結像はもはや不可能である。むしろ回折効果が大きな役割を演ずるので、目盛板・基準マーク構造体の平面内に回折効果のため強度分布があり、この分布はそこで受ける強度分布からずれている。

【 0 0 5 6 】

この発明の範囲内で、使用する基準マーク構造体の目盛周期が小さくて走査間隔が大きくても、上に説明した原理により基準パルス信号を発生させることができる。図 1 a に基本的な光学構造を示すこの発明による光学位置測定装置の反射光実施態様にに基づき上記のことを説明しよう。

【 0 0 5 7 】

上に述べた回折効果のため、例えば図 2 に基づき説明したような、純粋な振幅パターン構造体の形の走査・基準マーク構造体を使用することはできない。それ故、基本的に図 2 の実施態様のような振幅パターン構造体と見なせる予め与えられた目盛板・基準マーク構造体 1 0 0 の場合では、図 2 のような純粋な振幅パターン構造体を使用しないで、むしろ走査・基準マーク構造体が位相パターン構造体もしくは組み合わせた振幅・位相パターン構造体として形成してあり、このパターン構造体が目盛板・基準マーク構造体 1 0 の面内の基準位置 x_{REF} のところで最終的に図 2 で説明した走査・基準マーク構造体 2 0 の振幅パターン構造体と同じ像または同じ強度分布を出力するというように、走査・基準マーク構造体がこの実施態様に変換される。従って、ブロック B M 2 の領域では基準位置 x_{REF} のところでこのブロック B M 2 の領域の目盛板・基準マーク構造体に対応する強度分布となることが保証される筈である。これに反して、ブロック B M 1 と B M 3 の領域では、この領域の目盛板・基準マーク構造体に対して相補的になる目盛板面内の強度分布が基準位置 x_{REF} のところで生じることを走査側に必要な位相パターン構造体が保証する必要がある。検出器側では種々の検出素子 D 1 ~ D 3 を再び図示するように接続することができる。

【 0 0 5 8 】

当業者には、走査板の側の相当する位相パターン構造体あるいは組み合わせた振幅・位相

パターン構造体の構成は問題ではない。同等な課題設定は特定の強度パターンをホログラフで発生させることに関連しても周知である。これについては、例えば教科書 "Optik" von M.V. Klein, T.E. Furtak, Springer Verlag 1986 (s. 381-389) の第 7 章第 3.3.3 節を参照されたい。

【 0 0 5 9 】

従って、こうして望む強度分布を一定の面内で予め与えれば、位相パターン構造体あるいは組み合わせた振幅・位相パターン構造体を構成することは問題なく可能である。次に、これを簡単な例について説明しよう。

【 0 0 6 0 】

図 5 は上部にこの発明による光学位置測定装置の上記の実施例の走査板 A の断面を示す。図示する切抜部分は、目盛板面内で予め与えた特定の強度分布を出力する組み合わせた振幅・位相パターン構造体として形成された走査・基準マーク構造体 3 0 0 の一部である。この実施例では走査・基準マーク構造体 3 0 0 は透過部分領域 3 0 0 d と非透過部分領域 3 0 0 u を測定方向 x に交互に配置した粗い振幅パターン構造体で構成されている。しかし、透過部分領域 3 0 0 d では他の位相のずれたパターン構造体、例えば円柱レンズを一定の方法で配置する。位相のずれたパターン構造体は透過部分領域 3 0 0 d で測定方向 x に順次交互に並ぶウェブ 3 0 0 s と溝 3 0 0 D として形成されている。

【 0 0 6 1 】

位相・振幅パターン構造体として形成された走査・基準マーク構造体 3 0 0 の図 5 に示す部分は、基準位置 x_{REF} のところで目盛板 M の側の目盛板・基準マーク構造体 4 0 0 の一定部分に対応している。目盛板 M あるいは対応する基準マーク構造体 4 0 0 のこの領域は走査・基準マーク構造体 3 0 0 の下に示してある。この走査・基準マーク構造体 3 0 0 は、目盛板・基準マーク構造体 4 0 0 に対応する強度分布を発生する目盛板・基準マーク構造体 4 0 0 の一つのブロックから成る一部である。この場合、目盛板・基準マーク構造体 4 0 0 は反射光の場合で交互に配置されている反射部分領域 4 0 0 r と非反射部分領域 4 0 0 n で構成されている。

【 0 0 6 2 】

従って、上に説明した構想と同じように、このブロックには反射部分領域 4 0 0 r の基準位置 x_{REF} のところで強度の最大値が生じる。他方、その中間にある非反射部分領域 4 0 0 n では強度の最小値となる必要がある。

【 0 0 6 3 】

図 5 の上部に示す位相・振幅パターン構造体は、図 5 の下に示すような強度分布を正確に供給する。そこには測定方向 x に対して生じる走査・基準マーク構造体 3 0 0 の一部の強度分布が示してある。この強度分布は目盛板・基準マーク構造体 4 0 0 の反射部分領域 4 0 0 r のところに必要な強度最大値を発生する。

【 0 0 6 4 】

走査・基準マーク構造体全体を純粋な位相パターン構造体として、あるいは組み合わせた位相・振幅パターン構造体として適当に構成することにより、短い目盛周期で必要な大きい走査間隔の場合でも、この発明による方法で、コントラストの強い基準パルス信号を発生させることができる。

【 0 0 6 5 】

今まで説明した光学位置測定装置の実施例は、当然この発明の範囲内で種々野タイプに変更できる。

【 0 0 6 6 】

図 2 ~ 5 の実施例では、それぞれ、走査板 A の側のパターン構造の構成に応じて目盛板 M の上に一定の強度分布が生じる。しかし、この配置は決してただ一つの可能な配置ではない。むしろ、図 1 c に描いたような実施態様では、走査板の面内に対応する強度分布が生じるように目盛板・基準マーク構造体の種々のブロックを構成することも行われる。この場合、目盛板の側に再び純粋な振幅パターン構造体、純粋な位相パターン構造体あるいはこれ等の混合形状を使用できる等々である。

【 0 0 6 7 】

その外、何れにしても、二つのグループの基準マーク構造体がそれぞれ対応して配置されている部分領域を持つ二つ以上のブロックを有していてもよい。これは汚れに対する鈍感性に関して有利である。何故なら、一つのブロックの汚れは同じグループ内の他の多数のブロックで相殺されるからである。結局、このようにして基準パルスを安定に評価できる。

【 0 0 6 8 】

説明した実施例では基準パルス発生に対してそれぞれ比較的大きな面積の検出素子を持つ特別な検出器配置が利用されるが、この代わりに、増分目盛トラックを光学的に走査するために知られているように、所謂「検出器アレー」を検出ユニット内に使用することも原理的に考えられる。このような検出アレーは測定方向に隣接配置されている表面の相当小さい輻射に敏感な多数の検出素子で構成され、この場合、位相の等しい走査信号を出力する検出素子は互いに電気接続されている。このような検出器アレーは原理的にこの発明の範囲内でも利用できる。その場合、検出ユニット内の検出素子は接続されている個数の検出器アレーの隣接する個別検出素子で構成されている。このような実施態様の利点としては、構造部品の多重性を低減できることにある。

【 0 0 6 9 】

その外、この発明による位置測定装置を変更して種々の要請に合わせることができるよう、もっと広がった他の可能性ももちろん存在する。

【 0 0 7 0 】

【発明の効果】

以上、説明したように、この発明の光学位置測定装置により、従来の技術と比べて基準パルス信号を確実に発生させることができ、走査間隔が大きい場合でも、また散乱光が入射しても基準パルス信号の確実な発生を保證できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明による位置測定装置の実施例、特に種々の反射光もしくは透過光実施態様の模式側面図、

【図 2】 目盛板の側および走査側の位置測定装置の第一実施例の種々の部品の図面、

【図 3】 図 2 の実施例からの種々の信号の図面、

【図 4】 目盛板および走査ユニットの側の位置測定装置の第二実施例の種々の部品の図面、

【図 5】 第三実施例の走査板の一部の側面図、およびそれから生じる強度分布と付属する目盛板・基準マーク構造体である。

【符号の説明】

A	走査板
A E	走査ユニット
M	目盛板
x	測定方向
L Q	光源
O	光学系
D	検出ユニット
T P	目盛周期
1 0	目盛板・基準マーク構造体
1 0 d	目盛板・基準マーク構造体の透過部分領域
1 0 u	目盛板・基準マーク構造体の非透過部分領域
B M 1 ~ B M 3	目盛板・基準マーク構造体のブロック
2 0	走査・基準マーク構造体
2 0 d	走査・基準マーク構造体の透過部分領域
2 0 u	走査・基準マーク構造体の非透過部分領域
B A 1 ~ B A 3	走査・基準マーク構造体のブロック

10

20

30

40

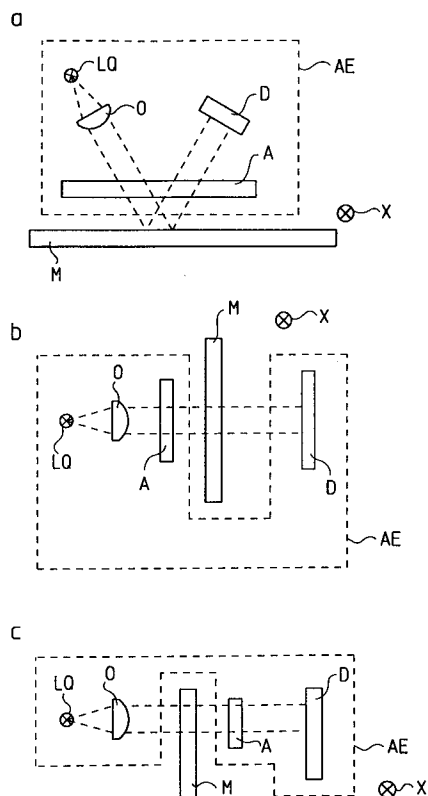
50

D 1 ~ D 3	検出素子
X_{REF}	基準マーク位置
D I F	差形成素子
$R I_{GT}$	第一グループから導かれる信号（プッシュプル信号）
$R I_T$	第二グループから導かれる信号（同相信号）
1 0 0	目盛板・基準マーク構造体
1 0 0 d	目盛板・基準マーク構造体の透過部分領域
1 0 0 u	目盛板・基準マーク構造体の非透過部分領域
B M 1 0 0 ~ B M 4 0 0	目盛板・基準マーク構造体のブロック
2 0 0	走査・基準マーク構造体
2 0 0 d	走査・基準マーク構造体の透過部分領域
2 0 0 u	走査・基準マーク構造体の非透過部分領域
B A 1 0 0 ~ B A 4 0 0	走査・基準マーク構造体のブロック
D 1 0 0 ~ D 4 0 0	検出素子
3 0 0	走査・基準マーク構造体
3 0 0 d	走査・基準マーク構造体の透過部分領域
3 0 0 u	走査・基準マーク構造体の非透過部分領域
3 0 0 s	ウェブ
3 0 0 d	溝
4 0 0	目盛板・基準マーク構造体
4 0 0 r	目盛板・基準マーク構造体の反射部分領域
4 0 0 n	目盛板・基準マーク構造体の非反射部分領域

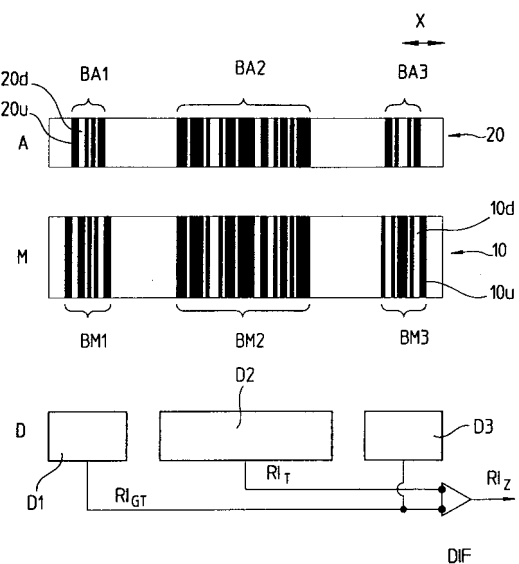
10

20

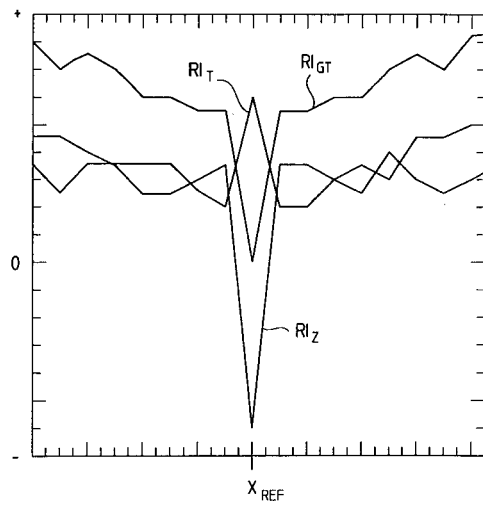
【図 1】



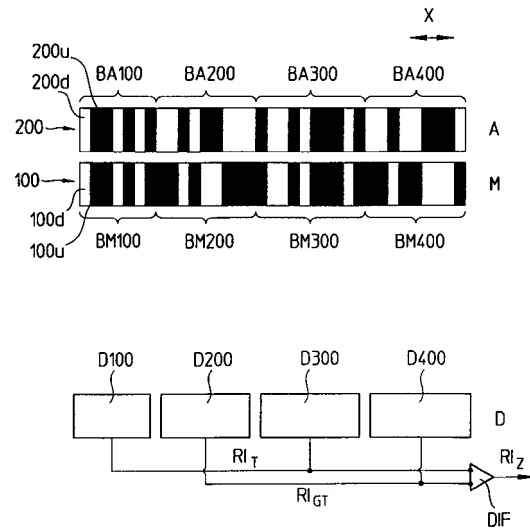
【図 2】



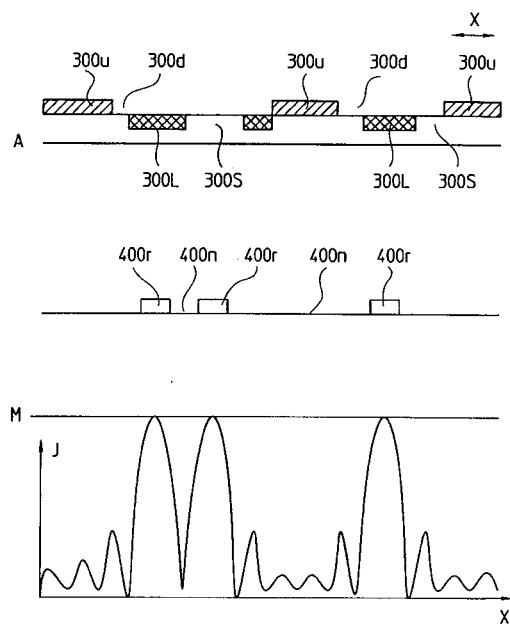
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100093919

弁理士 奥村 義道

(74)代理人 100111486

弁理士 鍛冶澤 實

(72)発明者 ヴォルフガング・ホルツアプフェル

ドイツ連邦共和国、8 3 1 1 9 オピング、グロッテンヴェーク、2

(72)発明者 フォルケル・ヘーフェル

ドイツ連邦共和国、8 3 3 7 1 シュタインノトラウン、ハウプトストラーセ、1 2

(72)発明者 ヴアルター・フーバー

ドイツ連邦共和国、8 3 2 7 8 トラウンシュタイン、ヴァルトベルクフェルトストラーセ、2 0

審査官 後藤 昌夫

(56)参考文献 特開昭 6 0 - 0 8 8 3 1 7 (J P , A)

特開昭 6 2 - 0 3 6 9 2 3 (J P , A)

欧州特許出願公開第 0 0 4 5 3 9 7 1 (E P , A 1)

特開昭 6 3 - 2 8 1 0 1 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01B 11/00-11/30

G01D 5/00- 5/62