

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7199310号
(P7199310)

(45)発行日 令和5年1月5日(2023.1.5)

(24)登録日 令和4年12月22日(2022.12.22)

(51)国際特許分類 F I
 G 1 1 B 21/21 (2006.01) G 1 1 B 21/21 C
 G 1 1 B 21/10 (2006.01) G 1 1 B 21/10 N

請求項の数 7 (全10頁)

(21)出願番号	特願2019-110485(P2019-110485)	(73)特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	令和1年6月13日(2019.6.13)	(73)特許権者	317011920 東芝デバイス&ストレージ株式会社 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65)公開番号	特開2020-202004(P2020-202004 A)	(74)代理人	110001737 弁理士法人スズ工国際特許事務所
(43)公開日	令和2年12月17日(2020.12.17)	(72)発明者	松澤 卓治 東京都港区芝浦一丁目1番1号 東芝デ バイス&ストレージ株式会社内
審査請求日	令和3年8月19日(2021.8.19)	審査官	松元 伸次

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁気ヘッドを含む磁気ヘッド部を動作させる第1のアクチュエータと、
 磁気ディスク上で前記磁気ディスクの半径方向に前記磁気ヘッドの位置を調整する第2のアクチュエータと、
 前記第2のアクチュエータのゲイン推定値と、第1の伝達関数を測定する際の前記第2のアクチュエータへの入力電圧振幅とに応じて、第2の伝達関数を測定する際の入力振幅を決定し、前記第1の伝達関数と、前記第2の伝達関数とに基づいて、前記第2のアクチュエータのゲイン推定値を算出し、当該算出したゲイン推定値で前記ゲイン推定値を更新する制御部と、
 を備える磁気ディスク装置。

【請求項2】

所定のタイミングで更新される前記ゲイン推定値の履歴情報を記憶するメモリを備える、請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項3】

前記メモリに記憶される前記ゲイン推定値の履歴情報は、外部からの指示に基づいて、出力可能に構成される、請求項2に記載の磁気ディスク装置。

【請求項4】

前記第2の伝達関数を測定する際の入力振幅は、前記第2のアクチュエータの前記ゲイ

ン推定値と前記第 1 の伝達関数を測定する際の前記第 2 のアクチュエータへの入力電圧振幅の積である、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 5】

前記ゲイン推定値の初期値は、所定の設計値、又は、複数の所定の測定値の平均値である、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 6】

前記ゲイン推定値の初期値は、前記第 1 の伝達関数と任意の外乱の値を用いて測定した前記第 2 の伝達関数とに基づく値である、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の磁気ディスク装置。

10

【請求項 7】

前記制御部は、前記第 1 の伝達関数と、前記第 2 の伝達関数とに基づいて算出される前記第 2 のアクチュエータの前記ゲイン推定値が所定値に収束するまで前記ゲイン推定値を更新する処理を行う、

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実施形態は、磁気ディスク装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

磁気ヘッドを磁気ディスクの半径方向に微小に動作させるマイクロアクチュエータを搭載した磁気ディスク装置が知られている。リード/ライト時にマイクロアクチュエータ微小に動作させることにより、磁気ヘッドを磁気ディスクに対して正確に位置決めすることが可能になる。このようなマイクロアクチュエータを搭載した磁気ディスク装置では、磁気ヘッドの位置決め制御を行うために磁気ヘッド毎にマイクロアクチュエータのゲイン（入出力比）を把握しておく必要がある。

【0003】

ところが、磁気ディスク装置では、一般にマイクロアクチュエータの変位を測定するセンサを搭載していない。そこで、マイクロアクチュエータのゲインを推定するために、測定した第 1 の伝達関数ゲインを、測定した第 2 の伝達関数ゲインで除算してマイクロアクチュエータのゲインを推定方法が取られることがある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第 3710641 号公報
米国特許第 8611040 号明細書
米国特許第 8780489 号明細書
米国特許第 9142235 号明細書

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、磁気ディスク装置では、伝達関数測定時の加振振幅によって伝達関数のゲインに変化が生じる場合がある。このようにゲインに変化が生じた場合、マイクロアクチュエータのゲインを推定する際に、誤差が生じることがある。

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、マイクロアクチュエータのゲインを正確に求めることができる磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 7 】

一実施形態に係る磁気ディスク装置は、磁気ヘッドを含む磁気ヘッド部を動作させる第1のアクチュエータと、磁気ディスク上で前記磁気ディスクの半径方向に前記磁気ヘッドの位置を調整する第2のアクチュエータと、前記第2のアクチュエータのゲイン推定値と、第1の伝達関数を測定する際の前記第2アクチュエータへの入力電圧振幅とに応じて、第2の伝達関数を測定する際の入力振幅を決定し、前記第1の伝達関数と、前記第2の伝達関数とに基づいて、前記第2のアクチュエータのゲイン推定値を算出し、当該算出したゲイン推定値で前記ゲイン推定値を更新する制御部と、備える。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 実施形態に係る磁気ディスク装置の構成の一例を示すブロック図。

【 図 2 】 同実施形態に係る第1の伝達関数の測定処理を説明するための図。

【 図 3 】 同実施形態に係る第2の伝達関数の測定処理を説明するための図。

【 図 4 】 同実施形態に係るゲイン推定処理の一例を示すフローチャート。

【 図 5 】 同実施形態に係る履歴情報の一例を示す図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

以下、実施の形態について図面を参照して説明する。なお、開示はあくまで一例にすぎず、以下の実施形態に記載した内容により発明が限定されるものではない。当業者が容易に想到し得る変形は、当然に開示の範囲に含まれる。説明をより明確にするため、図面において、各部分のサイズ、形状等を実際の実施態様に対して変更して模式的に表す場合もある。複数の図面において、対応する要素には同じ参照数字を付して、詳細な説明を省略する場合もある。

(第 1 の実施形態)

図 1 は、実施形態に関する磁気ディスク装置 1 の構成の一例を示すブロック図である。

【 0 0 1 0 】

磁気ディスク装置 1 は、ヘッド・ディスクアセンブリ (head-disk assembly : H D A) 1 0、ヘッドアンプ集積回路 (以下、ヘッドアンプ I C) 1 6 と、システム・オン・チップ (S O C) 2 0 とから構成されている。

【 0 0 1 1 】

H D A 1 0 は、磁気ディスク 1 1 と、スピンドルモータ (S P M) 1 2 と、アーム 1 3 と、第 1 のアクチュエータであるボイスコイルモータ (V C M) P V とを有する。磁気ディスク 1 1 は、S P M 1 2 により回転する。アーム 1 3 の先端にロードビーム 1 4 が取り付けられ、ロードビーム 1 4 の先端に磁気ヘッド 1 5 が取り付けられる。アーム 1 3 は V C M P V の駆動により磁気ヘッド 1 5 を磁気ディスク 1 1 上の指定の位置まで移動制御する。さらに、アーム 1 3 の先端部のロードビーム 1 4 の取り付け部付近には一対の圧電素子 (例えば、P b (Z r , T i) O 3) である P M が配置される。一対の圧電素子 P M に電圧を加えることで左右の圧電素子がそれぞれ逆位相で伸縮し、ロードビーム 1 4 の先端の磁気ヘッド 1 5 を磁気ディスク 1 1 上の半径方向 (クロストラック方向) に変位させることにより、磁気ディスク 1 1 上で磁気ディスク 1 1 の半径方向に磁気ヘッド 1 5 の位置を調整する。このように 1 段目となる V C M 駆動のアームの先端に第 2 のアクチュエータである圧電素子駆動のロードビームを付加した二段アクチュエータが実現される。以下、圧電素子 P M はマイクロアクチュエータ (以下、単に「 M A 」ともいう。) P M と称する。

【 0 0 1 2 】

磁気ヘッド 1 5 は、リードヘッド素子とライトヘッド素子とが、1つのスライダ上に分離して実装されている構造である。リードヘッド素子は、磁気ディスク 1 1 に記録されているデータを読み出す。ライトヘッド素子は、磁気ディスク 1 1 にデータを書き込む。

【 0 0 1 3 】

ヘッドアンプ I C 1 6 は、リードアンプ及びライトドライバを有する。リードアンプは、リードヘッド素子により読み出されたリード信号を増幅して、リード/ライト (R / W

10

20

30

40

50

)チャンネル22に伝送する。一方、ライトドライバは、R/Wチャンネル22から出力されるライトデータに応じたライト電流をライトヘッド素子に伝送する。

【0014】

SOC20は、制御部であるマイクロプロセッサ(CPU)21と、R/Wチャンネル22と、ディスクコントローラ23と、位置決めコントローラCVとを含む。CPU21は、ドライブのメインコントローラであり、位置決めコントローラCVを介して磁気ヘッド15の位置決めを行なうサーボ制御及びヘッドアンプIC16を介してデータのリード/ライト制御を実行する。R/Wチャンネル22は、リードデータの信号処理を実行するリードチャンネルと、ライトデータの信号処理を実行するライトチャンネルとを含む。ディスクコントローラ23は、ホストシステム(図示せず)とR/Wチャンネル22との間のデータ転送を制御するインタフェース制御を実行する。なお、位置決めコントローラCVはハードウェアとして実現してもよいし、ソフトウェア(ファームウェア)として実現してもよい。

10

【0015】

メモリ24は、揮発性メモリおよび不揮発性メモリを含む。例えば、メモリ24は、DRAMからなるバッファメモリ、及びフラッシュメモリを含む。メモリ24の不揮発性メモリには、CPU21の処理に必要なプログラム等、及び後述するマイクロアクチュエータPMのゲイン推定処理を行った場合に、その処理結果(履歴情報、図5参照)が記憶される。この処理結果は、磁気ディスク装置1から外部に出力可能に構成される。なお、当該処理結果はメモリ24に記憶されていなくても磁気ディスク装置1内のいずれかの記憶領域に記憶されていればよい。

20

【0016】

次に、伝達関数の測定処理について図2、図3を参照しながら説明する。

【0017】

図2は、マイクロアクチュエータPMを動作させたときの伝達関数の測定処理を説明するための図である。なお、図2において、 y は磁気ヘッド15の位置を示すヘッド位置信号、 y_V はVCMPVの位置を示すVCM位置信号、 y_M はマイクロアクチュエータPMの変位、 u_M はマイクロアクチュエータPMの入力電圧、 e は位置誤差信号、 r は目標値を示す。ここで、ヘッド位置信号 y 、VCM位置信号 y_V 、マイクロアクチュエータの変位 y_M の単位は、トラック又は半径方向の距離であり、マイクロアクチュエータの入力電圧 u_M の単位はボルトとする。

30

【0018】

目標値 r をゼロとして、端子31から位置誤差信号 e を位置決めコントローラCVに入力する。位置決めコントローラCV出力がVCMPVに入力されると、VCMPVはVCM位置信号 y_V を端子32に入力する。一方、マイクロアクチュエータPMの入力電圧 u_M がマイクロアクチュエータPMに入力されると、マイクロアクチュエータPMは、マイクロアクチュエータPMの変位 y_M を端子32に入力する。端子32からは、ヘッド位置信号 y が磁気ヘッド15(図2で図示省略)に入力されると共に、端子31に入力される。

【0019】

図2に示すマイクロアクチュエータPMの入力電圧 u_M からヘッド位置信号 y までの伝達関数(以下、「第1の伝達関数」という。)のゲイン G_1 は、次の(1)式で求めることができる。

40

【数1】

$$\text{ゲイン}G_1 = \left| \frac{P_M}{1 + P_V C_V} \right| \quad \dots (1)$$

【0020】

図3は、マイクロアクチュエータPMを動作させず、外乱を入力するときの伝達関数の

50

測定処理を説明するための図である。なお、図3において、 y はヘッド位置信号、 y_v はVCM位置信号、 e は位置誤差信号、 r は目標値を示すのは、図2の場合と同様である。 d は、外乱であり、 d の単位はトラック又は半径方向の距離である。

【0021】

目標値 r をゼロとして、端子31から位置誤差信号 e を位置決めコントローラCVに入力する。位置決めコントローラCV出力がVCM PVに入力されると、VCM PVはVCM位置信号 y_v を端子32に出力する。一方、端子32には、外乱 d が入力される。端子32からは、ヘッド位置信号 y が磁気ヘッド15(図3で図示省略)に入力されると共に、端子31に入力される。

【0022】

図3に示す外乱 d からヘッド位置信号 y までの伝達関数(以下、「第2の伝達関数」という。)のゲイン G_2 は、次の(2)式で求めることができる。

【数2】

$$\text{ゲイン}G_2 = \left| \frac{1}{1 + P_V C_V} \right| \quad \dots (2)$$

【0023】

ここで、マイクロアクチュエータPMのゲイン(以下、「MAゲイン」ともいう。)は、既述の(1)式を、(2)式で除算することにより、具体的には、次の(3)式により求めることができる。

【数3】

$$\text{MAゲイン} = \left| \frac{P_M}{1 + P_V C_V} \right| \bigg/ \left| \frac{1}{1 + P_V C_V} \right| \quad \dots (3)$$

【0024】

図4は、MAゲインを推定するゲイン推定処理の一例を示すフローチャートである。このゲイン推定処理は、例えば、磁気ディスク装置がコンピュータ等に設置された後、所定のタイミング毎に実行される。所定のタイミングは、本実施形態では、所定の期間が経過する毎に実行されることとする。また、所定の期間が経過する毎でなくても、任意のタイミングや所定のイベントが生じたタイミングでMAゲインのゲイン推定処理が実行されるようにしてもよい。つまり、ゲイン推定処理を実行するタイミングは、任意に設定することが可能である。さらに、磁気ディスク装置1に磁気ヘッド15が複数含まれる場合、磁気ヘッド15毎にゲイン推定処理が実行される。

【0025】

CPU21は、既述の図2で説明したように、第1の伝達関数を測定する(ST101)。これにより、既述の(1)式により、第1ゲインを求めることができる。次に、CPU21は、変数 i を0に設定する(ST102)。次に、CPU21は、マイクロアクチュエータPMのゲイン(MAゲイン)の初期値であるMAゲイン初期値 0 が有るか否かを判定する(ST103)。ここで、MAゲイン初期値 0 には、設計値や複数の同型の磁気ディスク装置から取得された測定値の平均値が採用される。また、MAゲイン初期値 0 が有るか否かの判定は、例えば、メモリ24の所定領域にMAゲイン初期値 0 のデータが格納されているか否かに基づいて実行される。

【0026】

マイクロアクチュエータPMのゲインのMAゲイン初期値 0 が有ると判定した場合(

10

20

30

40

50

ST103: YES)、CPU21は、外乱 $|d|$ に $0|u_M|$ を設定する(ST104)。また、マイクロアクチュエータPMのMAゲイン初期値 0 が無いと判定した場合(ST103:NO)、CPU21は、外乱 $|d|$ を任意に設定して第2の伝達関数を測定する(ST105)。次に、CPU21は、マイクロアクチュエータPMのMAゲイン推定値 0 を、既述の(3)式、つまり、 $|$ 第1の伝達関数 $| / |$ 第2の伝達関数 $|$ から求める(ST106)。

【0027】

以上のように、マイクロアクチュエータPMのMAゲイン初期値 0 が設定されると、次に、CPU21は、変数 i に1を加算し(ST107)、第2の伝達関数を測定する(ST108)。これにより、既述の(2)式により、第2ゲインを求めることができる。次に、CPU21は、マイクロアクチュエータPMのMAゲイン推定値 i を、既述の(3)式、つまり、 $|$ 第1の伝達関数 $| / |$ 第2の伝達関数 $|$ から求める(ST109)。言い換えると、MAゲイン推定値 i をゲイン $G1 /$ ゲイン $G2$ から求める。

【0028】

次に、CPU21は、 $|i - 0| < \text{所定値}$ を判定する(ST110)。ここで、所定値は、十分小さい任意の値とする。 $|i - 0| < \text{所定値}$ でない判定した場合(ST110:NO)、CPU21は、外乱 $|d|$ を $i|u_M|$ に設定する(ST111)。そして、処理は、ステップST107の処理へ戻る。これにより、既述のステップST107からST110の処理が実行される。このように処理を繰り返すことにより、所定値より小さい適切なMAゲイン推定値 i を求めることが可能になる。そして、 $|i - 0| < \text{所定値}$ であると判定した場合(ST110:YES)、適切なMAゲインが求められたため、CPU21は、この処理を終了する。

【0029】

第1の伝達関数を測定する際のマイクロアクチュエータPMの入力電圧 u_M 、つまり、振幅は、実際に動作するときのマイクロアクチュエータPMの入力電圧に依存する。このため、マイクロアクチュエータPMの振幅に対応するように、図4の処理により、外乱 d を求めている。このように、外乱 d の振幅と、マイクロアクチュエータPMのゲイン測定時のマイクロアクチュエータPMの変位 y_M を実質的に等しくすることで、伝達関数測定時の加振振幅に起因する測定誤差を低減することができる。なお、複数周波数でマイクロアクチュエータPMのゲインを推定する場合は、当該複数の周波数毎にマイクロアクチュエータPMのMAゲイン推定処理を実行するようによい。

【0030】

図5は、MAゲインの推定処理の処理結果(履歴情報)Tの一例を示す図である。処理結果Tは、既述のように、例えば、メモリ24内の所定領域に記憶される。

【0031】

図5に示すように、処理結果Tは、日時と、当該日時でMAゲインの推定処理が実行されたときの各トラック又は磁気ディスク11の半径方向の距離である位置(位置A、位置B、...、位置N)での i の値(例えば、 $X11$ 、 $X12$ 、...、 $X1N$)が対応付けられている。

【0032】

また、この処理結果Tは、磁気ディスク装置1の外部、例えばホストシステム(図示省略)からの指示に基づいて、ホストシステムへ出力可能に構成されている。つまり、CPU21がホストシステムから処理結果Tの出力指示を受信した場合、CPU21は、メモリ24に記憶される処理結果Tを読み出し、ディスクコントローラ23を介してホストシステムへ処理結果Tを出力する。これにより、ホストシステムを操作するユーザは、マイクロアクチュエータPMのゲインの推定処理を行った処理結果Tを確認することができる。

【0033】

なお、本実施形態では、磁気ディスク装置1は、図5に示す処理結果Tがメモリ24に記憶される場合で説明したが、処理結果Tを履歴としてメモリ24に記憶しないように構成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 5 】

1 ... 磁気ディスク装置、 1 1 ... 磁気ディスク、 1 2 ... スピンドルモータ (S P M)、 1 3 ... アーム、 1 4 ... ロードビーム、 1 5 ... 磁気ヘッド、 2 0 ... システム・オン・チップ (S O C)、 2 1 ... C P U、 2 2 ... R / Wチャネル、 2 3 ... ディスクコントローラ、 2 4 ... メモリ、 P V ... ボイスコイルモータ (V C M)、 C V ... 位置決めコントローラ、 P M ... マイクロアクチュエータ

10

20

30

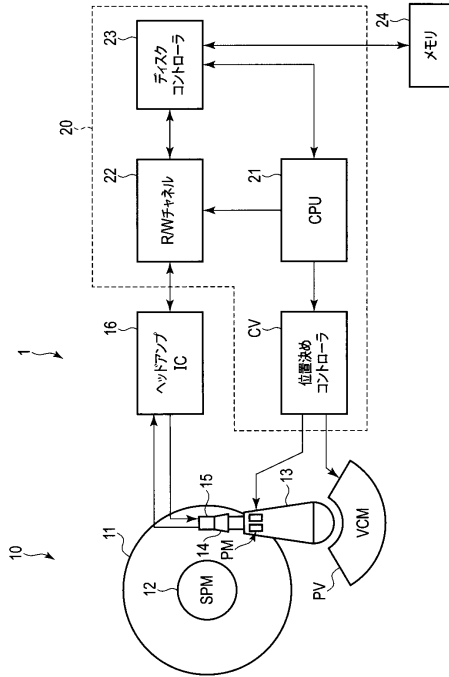
40

50

【図面】

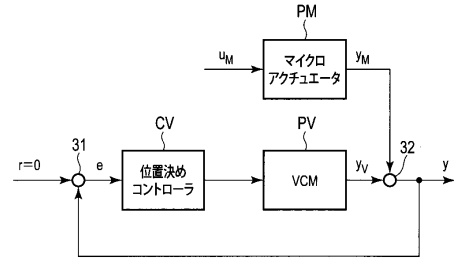
【図 1】

図 1



【図 2】

図 2

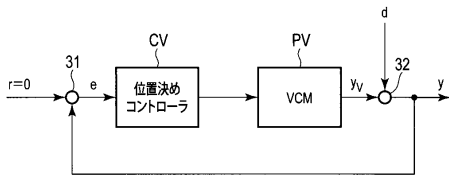


10

20

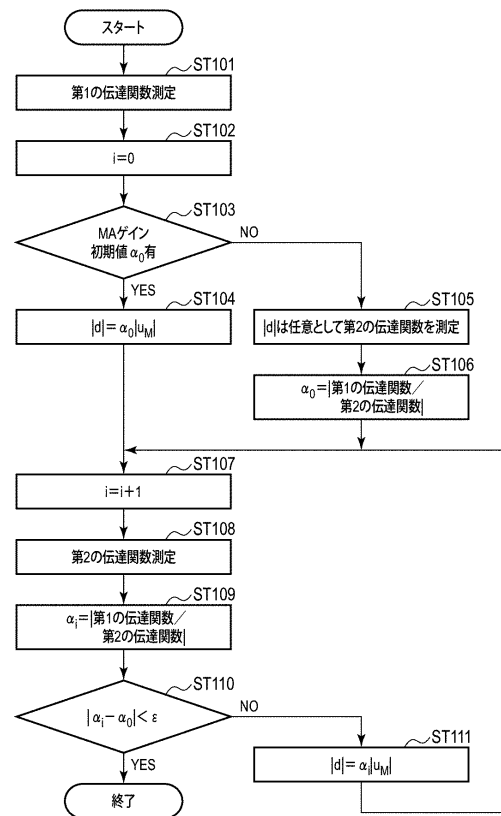
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



30

40

50

【 図 5 】

図 5

日時	位置A	位置B	...	位置N
20YY/YY YY:YY:YY	X11	X12	...	X1N
20YY/XX XX:XX:XX	X21	X22	...	X2N

T

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 0 2 0 9 6 9 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 3 0 7 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 1 0 1 5 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 7 1 7 3 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 8 8 9 5 5 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 0 1 8 1 2 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 5 2 7 6 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 8 8 9 6 5 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 1 1 B 5 / 5 6 - 5 / 6 0
2 1 / 1 0
2 1 / 1 6 - 2 1 / 2 6