

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7528641号
(P7528641)

(45)発行日 令和6年8月6日(2024.8.6)

(24)登録日 令和6年7月29日(2024.7.29)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 4 R	3/00 (2006.01)	H 0 4 R	3/00	3 2 0	
H 0 4 R	19/04 (2006.01)	H 0 4 R	19/04		
B 8 1 B	3/00 (2006.01)	B 8 1 B	3/00		

請求項の数 3 (全9頁)

(21)出願番号	特願2020-144876(P2020-144876)	(73)特許権者	000000295
(22)出願日	令和2年8月28日(2020.8.28)		沖電気工業株式会社
(65)公開番号	特開2022-39718(P2022-39718A)	(74)代理人	110001461
(43)公開日	令和4年3月10日(2022.3.10)		弁理士法人きさ特許商標事務所
審査請求日	令和5年5月11日(2023.5.11)	(72)発明者	木原 将吾
			東京都港区虎ノ門一丁目7番12号 沖 電気工業株式会社内
		審査官	富澤 直樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 音響センサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

音響センサの外部の空間に対して開放された開口が形成された基板と、
前記開口と対向して配置される第1のダイアフラムを有し、前記開口から入った音、及び
前記基板の振動を前記第1のダイアフラムによって感知して第1の信号を出力する、前記
基板に設けられた第1のMEMSマイクと、

前記基板に設けられ、前記基板の振動を感知して第2の信号を出力する第2のMEMS
マイクと、

前記第1の信号と、前記第2の信号とを加算又は減算することで前記音に相当する対象
音信号を出力する演算装置と、を備え、

前記第1のMEMSマイクは、

前記第1のダイアフラムを覆う第1のシールドリングを有し、

前記第2のMEMSマイクは、

第2のダイアフラムを覆う第2のシールドリングを有し、

前記第2のシールドリングは、前記第1のシールドリングと異なるものであり、

前記基板は、前記第2のダイアフラムに対向する箇所に開口を有していない

音響センサ。

【請求項2】

前記第1のMEMSマイクが複数設けられ、

前記演算装置は、

10

20

複数の前記第1のMEMSマイクのそれぞれの出力と、前記第2のMEMSマイクの出力に対して前記基板における振動の伝搬特性に基づいてフィルタ処理を行った出力とを加算又は減算する

請求項1に記載の音響センサ。

【請求項3】

前記第1のMEMSマイク及び前記第2のMEMSマイクは、前記基板の異なる面に設けられている

請求項1に記載の音響センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、MEMSマイクを利用する音響センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、マイクロフォン、又はマイクロフォンを利用した機器では、感知された音から、本来感知したい音とは別に感知された雑音を排除するための機能が搭載されていることが知られている。特許文献1には、外部の物体と擦れる際の雑音を抑制する補聴器が開示されている。また、特許文献2には、ボイスコイルとキャンセルコイルとが、外部振動に対して逆位相接続となるように結線され、雑音を抑制するマイクロフォンが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第2014/027605号

【文献】特開2015-15613号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) の技術を用いたマイクロフォン (以下、MEMSマイク) を利用した音響センサが知られている。MEMSマイクは、音を受信すると振動するダイアフラムを有している。ここで、このダイアフラムは、音だけではなく、MEMSマイクの他の構成部品から伝わった振動に対しても反応する。このため、MEMSマイクの出力には、感知した振動による雑音が含まれてしまうことがある。その結果、MEMSマイクを利用する音響センサでは、外部空間で発生している音を精確に検出できないことがある。

【0005】

本開示は、上記のような課題を解決するためになされたもので、MEMSマイクを利用する音響センサであって、外部空間で発生している音の検出精度を向上させることができる音響センサを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示に係る音響センサは、音響センサの外部の空間に対して開放された開口が形成された基板と、開口と対向して配置される第1のダイアフラムを有し、開口から入った音、及び基板の振動を第1のダイアフラムによって感知して第1の信号を出力する、基板に設けられた第1のMEMSマイクと、基板に設けられ、基板の振動を感知して第2の信号を出力する第2のMEMSマイクと、第1の信号と、第2の信号とを加算又は減算することで音に相当する対象音信号を出力する演算装置と、を備え、第1のMEMSマイクは、第1のダイアフラムを覆う第1のシールドディングを有し、第2のMEMSマイクは、第2のダイアフラムを覆う第2のシールドディングを有し、第2のシールドディングは、第1のシールドディングと異なるものであり、基板は、第2のダイアフラムに対向する箇所に開口を有していない。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0007】

本開示では、音響センサは同一の基板上に設けられた第1のMEMSマイクと、第2のMEMSマイクとを有している。第1のMEMSマイクは、音、及び基板の振動を感知し、第2のMEMSマイクは、音を感知せず、基板の振動を感知する。このため、音響センサは、第1のMEMSマイクが出力した第1の信号と、及び第2のMEMSマイクが出力した第2の信号とを加算又は減算することで、音に相当する対象音信号を抽出することができる。したがって、MEMSマイクを利用する音響センサは、外部空間で発生している音の検出精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0008】

【図1】実施の形態1に係る音響センサ1を示す概略構成図である。

【図2】実施の形態2に係る音響センサ101を示す概略構成図である。

【図3】実施の形態3に係る音響センサ201を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1

以下、実施の形態1に係る音響センサ1について、図面を参照しながら説明する。図1は、実施の形態1に係る音響センサ1を示す概略構成図である。図1に示すように、音響センサ1は、基板11、第1のMEMSマイク12、第2のMEMSマイク13、及び演算装置14を有している。音響センサ1は、例えば、携帯電話、又はスマートスピーカ等の機器に搭載され、外部の空間の音を検知する。第1のMEMSマイク12及び第2のMEMSマイク13は、基板11上に設けられた微細な機械部品によって構成されている。

20

【0010】

基板11には、第1のMEMSマイク12、第2のMEMSマイク13、及び演算装置14が実装され、これらが電子回路(図示せず)によって接続されている。説明のため、基板11の一方の面を上面31、上面31の反対側の面を下面32と称する。また、基板11には、第1のMEMSマイク12と対向する位置に開口21が形成されている。開口21は、基板11を上下方向に貫通している。なお、基板11の上下方向は、音響センサ1が搭載された機器の上下方向と一致していなくてもよい。

30

【0011】

第1のMEMSマイク12は、基板11の上面31に設けられている。図1に示すように、第1のMEMSマイク12は、バックプレート41a、ダイアフラム42a、出力変換装置43a、及びシールディング44aを有している。

【0012】

バックプレート41aは、多数の孔が形成されたプレート状の部品である。ダイアフラム42aは、膜状の部品である。バックプレート41aとダイアフラム42aとは、対向して配置されている。バックプレート41aとダイアフラム42aとの間には、間隙が形成されている。ダイアフラム42aは、基板11の開口21と対向するよう配置され、基板11の開口21から入り、バックプレート41aの孔を通過した音によって振動し、変位する。なお、本明細書において「音」とは、特別な説明のない限り、音響センサ1が感知する対象とする、音響センサ1の外部の空間で発生している音を意味している。ダイアフラム42aは、基板11の開口21から入り、バックプレート41aの孔を通過した音に加えて、基板11の振動が伝達することによっても振動する。

40

【0013】

出力変換装置43aは、ダイアフラム42aの変位に伴う静電容量の変化を第1の信号に変換し、演算装置14に出力する。第1の信号は、アナログ出力又はデジタル出力される電気信号である。上述のように、ダイアフラム42aは、音だけでなく、基板11の振動に対しても反応する。このため、第1の信号は、音を電気信号に変換したものに相当する対象音信号、及び基板11の振動を電気信号に変換したものに相当する振動雑音信号を

50

含む。このように、第1のMEMSマイク12は、音、及び基板11の振動を感知して電気信号として出力するものである。シールディング44aは、例えば、樹脂製又は金属製であり、バックプレート41a、ダイアフラム42a、及び出力変換装置43aを覆っている。

【0014】

第2のMEMSマイク13は、バックプレート41b、ダイアフラム42b、出力変換装置43b、及びシールディング44bを有している。第2のMEMSマイク13は、第1のMEMSマイク12と同様に、基板11の上面31に設けられている。第2のMEMSマイク13のバックプレート41b、ダイアフラム42b、出力変換装置43b、及びシールディング44bは、それぞれ、第1のMEMSマイク12のバックプレート41a、ダイアフラム42a、出力変換装置43a、及びシールディング44aと同一の構造をしている。ただし、基板11の第2のMEMSマイク13と対向する位置には、開口が形成されていない。即ち、第2のMEMSマイク13のダイアフラム42bは、全幅において、基板11と対向している。このため、第2のMEMSマイク13のダイアフラム42bは、音によって振動せず、基板11の振動によって振動する。よって、第2のMEMSマイク13が出力する第2の信号は、振動雑音信号のみからなる。つまり、第2のMEMSマイク13は、音を感知せず、基板11の振動を感知するものである。

10

【0015】

演算装置14は、第1の信号、及び第2の信号に基づいて対象音信号を演算する。演算装置14の動作については、音の出力方法として後述する。出力変換装置43a、出力変換装置43b、及び演算装置14は、記憶装置（図示せず）に格納されるプログラムを実行するCPU（Central Processing Unit）、又はASIC（Application Specific Integrated Circuit）等で構成される。

20

【0016】

次に、音響センサ1における音の出力方法について説明する。音響センサ1は、出力変換装置43a、出力変換装置43b、及び演算装置14の各機能によって、音を電気信号に変換した対象音信号を出力する。出力変換装置43a、出力変換装置43b、及び演算装置14の各機能は、プログラムとして記述され、記憶装置に格納される。

【0017】

まず、第1のMEMSマイク12の出力変換装置43aは、第1の出力工程を実行する。第1の出力工程では、時間tの関数として下記式(1)のように示される第1の信号 $S_1(t)$ が演算装置14に出力される。ここで、 $a(t)$ は対象音信号であり、 $v(t)$ は、振動雑音信号である。上述のように、第1のMEMSマイク12のダイアフラム42aは、音に加えて、基板11の振動が伝達することによっても振動する。よって、第1のMEMSマイク12は、対象音信号 $a(t)$ 、及び振動雑音信号 $v(t)$ を含む第1の信号を出力する。

30

$$S_1(t) = a(t) + v(t) \cdots (1)$$

【0018】

次に、第2のMEMSマイク13の出力変換装置43bは、第2の出力工程を実行する。第2の出力工程では、時間tの関数として下記式(2)のように示される第2の信号 $S_2(t)$ が演算装置14に出力される。上述のように、第2のMEMSマイク13のダイアフラム42bは、全幅において、基板11と対向している。よって、第2のMEMSマイク13は、振動雑音信号 $v(t)$ のみからなる第2の信号を出力する。なお、基板11を伝搬する振動の速度は、空気中の音速よりも数倍速いため、第1のMEMSマイク12、及び第2のMEMSマイク13では、振動雑音を同時に受信したとみなすことができる。

40

$$S_2(t) = v(t) \cdots (2)$$

【0019】

そして、演算装置14は、第1の信号 $S_1(t)$ を受信する第1の受信工程、及び第2の信号 $S_2(t)$ を受信する第2の受信工程を実行する。更に、演算装置14は、対象音

50

出力工程を実行する。対象音出力工程では、下記式(3)で示すように、第1の信号 $S_1(t)$ から第2の信号 $S_2(t)$ を減算することで、対象音信号 $a(t)$ に相当する出力信号 $S_{out}(t)$ が出力される。演算装置14において、第1の受信工程、第2の受信工程及び対象音出力工程を実行するプログラムを音響プログラムと称する。

$$S_{out}(t) = S_1(t) - S_2(t) = a(t) \cdots (3)$$

【0020】

なお、第1の出力工程と第2の出力工程、及び第1の受信工程と第2の受信工程は、同時に実行されたり、順番が入れ替わったりしてもよい。

【0021】

実施の形態1によれば、音響センサ1は同一の基板11上に設けられた第1のMEMSマイク12と、第2のMEMSマイク13とを有している。第1のMEMSマイク12は、音、及び基板11の振動を感知し、第2のMEMSマイク13は、音を感知せず、基板11の振動を感知する。ここで、第1のMEMSマイク12と第2のMEMSマイク13とは、基板11上の同一の面に実装されている。このため、音響センサ1は、第1のMEMSマイク12が出力した第1の信号と、及び第2のMEMSマイク13が出力した第2の信号とを減算することで、音に相当する対象音信号を抽出することができる。したがって、MEMSマイクを利用する音響センサ1は、外部空間で発生している音の検出精度を向上させることができる。

【0022】

実施の形態2

図2は、実施の形態2に係る音響センサ101を示す概略構成図である。図2に示すように、本実施の形態2に係る音響センサ101は、第2のMEMSマイク13が、基板11の下面32に設けられている点で実施の形態1と相違する。本実施の形態2では、実施の形態1と同一の部分は同一の符号を付して説明を省略し、実施の形態1との相違点を中心に説明する。

【0023】

実施の形態2の第1のMEMSマイク12及び第2のMEMSマイク13は、実施の形態1の第1のMEMSマイク12及び第2のMEMSマイク13と同一の構造を有している。また、実施の形態2の第1のMEMSマイク12は、実施の形態1の第1のMEMSマイク12と同様に、基板11の上面31に設けられている。ただし、実施の形態2の第2のMEMSマイク13は、基板11の下面32に設けられている。即ち、第2のMEMSマイク13は、第1のMEMSマイク12が設けられている面と反対側の面に設けられている。

【0024】

音響センサ101における音の出力方法について説明する。まず、第1のMEMSマイク12の出力変換装置43aは、第1の出力工程を実行する。第1の出力工程では、時間 t の関数として下記式(4)のように示される第1の信号 $S_1(t)$ が演算装置14に出力される。

$$S_1(t) = a(t) + v(t) \cdots (4)$$

【0025】

次に、第2のMEMSマイク13の出力変換装置43bは、第2の出力工程を実行する。第2の出力工程では、時間 t の関数として下記式(5)のように示される第2の信号 $S_2(t)$ が演算装置14に出力される。実施の形態2では、基板11に振動が加わったときに、第1のMEMSマイク12のダイアフラム42aと、第2のMEMSマイク13のダイアフラム42bとが逆相で振動する。このため、第2のMEMSマイク13の振動雑音信号 $v(t)$ の符号は、第1のMEMSマイク12の振動雑音信号 $v(t)$ の符号と逆転している。

$$S_2(t) = -v(t) \cdots (5)$$

【0026】

そして、演算装置14は、第1の信号 $S_1(t)$ を受信する第1の受信工程、及び第2

10

20

30

40

50

の信号 $S_2(t)$ を受信する第2の受信工程を実行する。更に、演算装置14は、対象音出力工程を実行する。対象音出力工程では、下記式(6)で示すように、第1の信号 $S_1(t)$ から第2の信号 $S_2(t)$ を加算することで、対象音信号 $a(t)$ に相当する出力信号 $S_{out}(t)$ が出力される。

$$S_{out}(t) = S_1(t) + S_2(t) = a(t) \cdots (6)$$

【0027】

実施の形態2によれば、音響センサ101は同一の基板11上に設けられた第1のMEMSマイク12と、第2のMEMSマイク13とを有している。第1のMEMSマイク12は、音、及び基板11の振動を感知し、第2のMEMSマイク13は、音を感知せず、基板11の振動を感知する。ここで、第2のMEMSマイク13は、第1のMEMSマイク12が設けられている面と反対側の面に設けられている。このため、音響センサ101は、第1のMEMSマイク12が出力した第1の信号と、及び第2のMEMSマイク13が出力した第2の信号とを加算することで、音に相当する対象音信号のみを抽出することができる。したがって、MEMSマイクを利用する音響センサ101は、外部空間で発生している音の検出精度を向上させることができる。

10

【0028】

実施の形態3

図3は、実施の形態3に係る音響センサ201を示す概略構成図である。図3に示すように、実施の形態3に係る音響センサ201は、第1のMEMSマイク12Aが複数実装されている点、及び演算装置214がフィルタ部51を有する点で実施の形態1と相違する。本実施の形態3では、実施の形態1と同一の部分は同一の符号を付して説明を省略し、実施の形態1との相違点を中心に説明する。

20

【0029】

音響センサ201は、第1のMEMSマイク12A、第1のMEMSマイク12B・・・、及び第1のMEMSマイク12Mを有している。即ち、実施の形態3の音響センサ201では、M個の第1のMEMSマイク12によってMEMSマイクアレイが構成されている。MEMSマイクアレイを利用する音響センサ201は、音の指向性等を推定することができる。複数の第1のMEMSマイク12は、基板11の上面31に実装されている。また、音響センサ201は、1個の第2のMEMSマイク13を有している。第2のMEMSマイク13は、基板11の下面32に実装されている。

30

【0030】

演算装置214は、フィルタ部51A、フィルタ部51B・・・、及びフィルタ部51Mを有する。即ち、演算装置214は、機能部として、M個の第1のMEMSマイク12に対応するM個のフィルタ部51を有している。それぞれのフィルタ部51は、振動が基板11上を伝搬する際の特性に基づいて、それぞれの第1のMEMSマイク12が出力した第1の信号との演算が行われる前の第2の信号に対してフィルタ処理を行う。フィルタ部51A、フィルタ部51B・・・、フィルタ部51Mは、それぞれ、第1のMEMSマイク12A、第1のMEMSマイク12B・・・、及び第1のMEMSマイク12Mに対応している。演算装置214は、それぞれの第1のMEMSマイク12の第1の信号に対して、フィルタ処理が施された第2の信号を加算することで、対象音信号を出力A、出力B・・・、出力Mとして出力する。

40

【0031】

フィルタ部51は、対応する第1のMEMSマイク12で感知された基板11の振動が、第2のMEMSマイク13で伝達される際にどのように増幅、又は減衰されているかを考慮した上で、第2の信号に対するフィルタ処理を行う。フィルタ処理としては、例えば、振動雑音信号から特定の周波数の信号を除去する等が行われる。具体的な手法としては、例えば、音が十分に小さいと考えられる無響室などにおいて、音響センサ201に振動を与え、振動雑音信号のみを受信させる試験を事前に行う方法がある。この試験により、第1のMEMSマイク12、及び第2のMEMSマイク13の出力における振動の伝達関数が推定される。フィルタ部51は、この伝達関数を用いて、それぞれが対応する第1の

50

MEMSマイク12で出力される振動雑音信号と、第2のMEMSマイク13で出力される振動雑音信号とを近似させる。

【0032】

実施の形態3によれば、MEMSマイクアレイが構成された音響センサ201においても、それぞれの第1のMEMSマイク12が出力した第1の信号と、第2のMEMSマイク13が出力した第2の信号とを加算することで、音に相当する対象音信号を抽出することができる。したがって、MEMSマイクアレイを利用する音響センサ201は、外部空間で発生している音の検出精度を向上させることができる。

【0033】

また、実施の形態3によれば、フィルタ部51は、第1のMEMSマイク12で出力される振動雑音信号と、第2のMEMSマイク13で出力される振動雑音信号とを近似させる。これにより、音響センサ201は、第1の信号と、及び第2の信号とから対象音信号を抽出する際に、外部空間で発生している音の検出精度を更に向上させることができる。

10

【0034】

以上が実施の形態における音響センサの説明であるが、本開示の音響センサは、実施の形態に開示された構成以外に種々の変更を行うことができる。

【0035】

例えば、演算装置14は、第1のMEMSマイク12、及び第2のMEMSマイク13が実装された基板11と異なる基板に実装されていてもよい。または、演算装置14を音響センサの外部に独立して設けてもよい。この場合は、音響センサ1と演算装置14とにより、音響システムが構成される。

20

【0036】

出力変換装置43a、出力変換装置43b、及び演算装置214は、機能の一部を他の装置によって実行されてもよい。また、出力変換装置43a、出力変換装置43b、及び演算装置214は一体となって構成されていてもよい。

【0037】

実施の形態1及び実施の形態2のように、第1のMEMSマイク12及び第2のMEMSマイク13が1つずつ実装される場合においても、演算装置14がフィルタ部51を備え、第2の信号に対しフィルタ処理を施してもよい。

【0038】

実施の形態3において、第2のMEMSマイク13は、2個以上実装されていてもよい。また、第1のMEMSマイク12と第2のMEMSマイク13とは、基板11上の同一の面に実装されていてもよい。この場合は、演算装置14は、第1の信号と、及び第2の信号とを減算することで、対象音信号を抽出することができる。更に、複数の第1のMEMSマイク12は、上面31と下面32とに分けて設けられていてもよい。この場合は、演算装置14は、個々の第1の信号が設けられた面に応じて、第2の信号と加算又は減算することで、対象音信号を抽出することができる。

30

【0039】

更に、実施の形態3において、フィルタ部51は、それぞれの第1のMEMSマイク12に対応して、第2の信号に対してフィルタ処理を行うものであったが、第1の信号に対して、フィルタ処理を施してもよい。また、演算装置14は、フィルタ部51は、1つのみ有し、複数の第1の信号に対して、同一の処理を施すものであってもよい。もっとも、いずれのMEMSマイクに対応して、フィルタ処理を施すかは、振動が基板11上を伝搬する際の特性等から任意に設計することができる。

40

【符号の説明】

【0040】

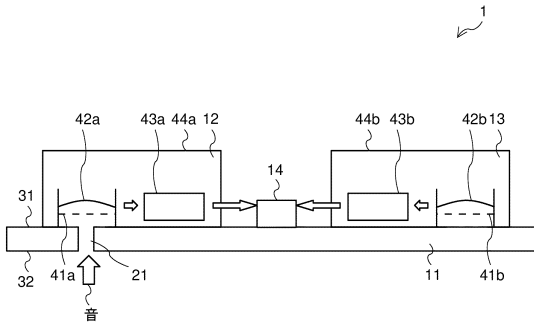
1 音響センサ、11 基板、12 第1のMEMSマイク、13 第2のMEMSマイク、14 演算装置、21 開口、31 上面、32 下面、41a バックプレート、41b バックプレート、42a ダイアフラム、42b ダイアフラム、43a 出力変換装置、43b 出力変換装置、44a シールドイング、44b シールドイング、51

50

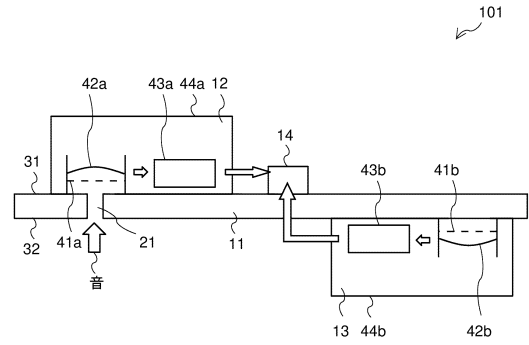
フィルタ部、101 音響センサ、201 音響センサ 214 演算装置。

【図面】

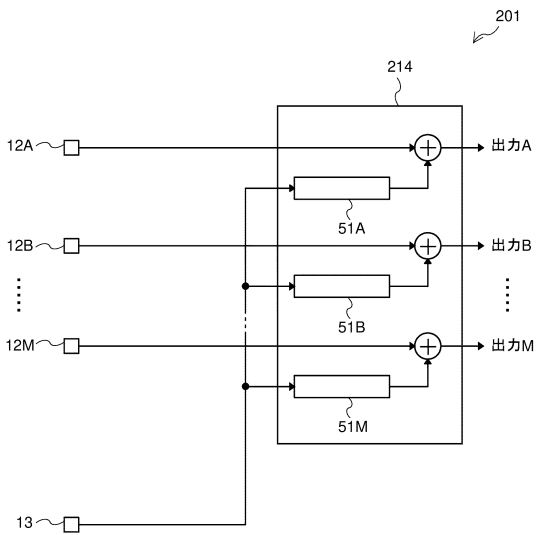
【図1】



【図2】



【図3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2011-176533 (JP, A)
特表 2009-506658 (JP, A)
特開 2010-087543 (JP, A)
特開 2008-227652 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04R 3/00
H04R 19/04
B81B 1/00 - 7/04