

FOTÓCELLÁS HŐMÉRSÉKLET-SZABÁLYOZÓ FÉLVEZETŐ-

EGYKRISTÁLYOK KÉSZÍTÉSÉHEZ

Kocsis Zsuzsa és Bakki Árpád

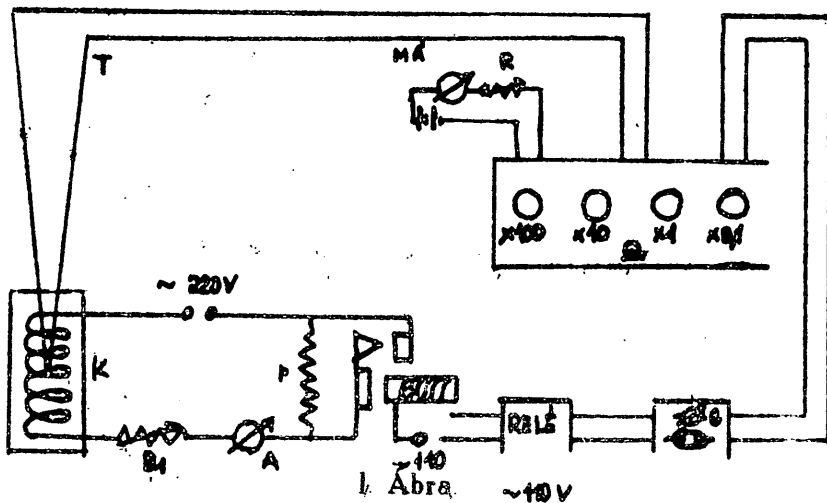
matematika-fizika szakos hallgatók

KISÉRLETI FIZIKAI INTÉZET

Félvezető egykristályok készítésénél a kristályosítandó anyag hőmérsékletét, illetőleg a kristályképződéshez szükséges hőmérsékleti gradienst hosszú időn át konstans értékben kell tartani. Így pl. a LAWSON¹ által olomszelenid egykristály készítésére leírt módszernél mintegy 12 óra hosszat kell állandó értékben tartani a kályhák hőmérsékletét, lehetőleg 1°C ingadozáson belül. A kereskedelemben kapható ejtőkengyeles hőmérséklet-szabályozó erre a célra nem bizonyult elegendő pontosnak.

Ezért merült fel egy olyan, lehetőleg egyszerű felépítésű hőmérséklet-szabályozó építésének szükségessége, mely a kívánt magas hőmérsékleten is 1°C-on belül szabályoz.

A berendezés vázlatát az 1. ábra mutatja. Hőmérséklet érzékelőnek tekintettel a magas hőmérsékletre nikkelt-nikkelkróm termoelemet választottunk /T/. a hasonló kapcsolásokban inkább alkalmazott ellenállási hőmérő helyett.



A termofeszültséget egy négyfokozatu kompenzátorral kompenzáljuk. A kompenzálókör áramának kellő megválasztásával elérhetjük, hogy az egy ohmra eső feszültség a használt termoelem elektromos erejének feleljen meg. Így a kályha hőfokának számértékileg megegyezik azzal az ellenállással, amelyet a kompenzátor-körbe beiktatunk az egyensúly elérésére. Ezen az ellenállás-láncon a kívánt hőfok előre beállítható. Az ettől való eltérést a G nullműszer jelzi. A galvanométer kitérését használjuk fel az automatikus szabályozásra. Ennek egy szokásos megoldása - ezt alkalmazzák az ejtőkengyeles hőfokszabályozónál is - hogy a műszer mutatójának mozgását ütközők korlátozzák, melyek kis kontaktusokat tartalmaznak, és ezeket zárja illetőleg nyitja a mozgó mutató.

Egy másik lehetséges megoldás fotocella alkalmazása. Ekkor érzékenyebb műszert, fénymutató galvanométert alkalmazhatunk nullműszerként. A fénymutató kitérését használják fel fotocellán keresztül relék vezérlésére, oly módon, hogy kétfotocellát alkalmaznak, ezek jeleit egy-egy erősítő fokozat beiktatásával viszik át a relére. Aszerint, hogy a hőmérséklet emelkedik vagy csökken, esik fény az egyik vagy másik cellára, amelynek az előbb említett reléken keresztül bekapcsolják vagy megszakítják a kályha fűtőkörét. E módszer kétségtelen előnye a galvanométernek, mint nullműszernek nagy érzékenysége, hátránya az ilyen galvanométerek használatával járó kényelmetlenség ami különösen ipari alkalmazásoknál problémát is jelenthet, i. e. a rázkódásokra, mechanikus rezgésekre való érzékenység, nehezebb beállítás, esetleges elsötétítés kérdése stb.

Megvalósított berendezésünkben mi is a fotocellás megoldást alkalmaztuk, de igyekeztünk kiküszöbölni a galvanométer alkalmazásának előbb említett előnytelen tulajdonságait. Ezért egy 10^{-7} A/skr érzékenységű középállású EKM gyártmányu mutatós műszert választottunk nullműszernek. A műszert céljainknak megfelelően úgy alakítottuk át, hogy skálalapja helyére egy réssel ellátott lapot helyeztünk, majd alá a műszerbe építet-

ük be a vákuum fotocellát. A rést egy, a mutatóra szerelt, könnyű kis alumínium fólia takarja el alaphelyzetben. A mutató kitérésekor a fotocellát egy 24 V, 5 W-os egyenességű autóizzó világítja meg, mely közvetlenül a műszer felett helyezkedik el. Az ily módon átalakított műszer érzékenysége az általunk megkívánt szabályozási érzékenység elérésére elegendő volt.

A fotocella egy fotoelektromos reléhez csatlakozik². A fotocellás relé, amely közvetlenül a váltóáramú hálózatról működik, egyszerűsége ellenére igen érzékeny. Az a legkisebb feszültségváltozás, melyre a relé működésbe lép, méréseink szerint $20\text{--}25\ \mu\text{V}$, ami az alkalmazott termoelem esetében $0.5\text{--}0.6^\circ\text{C}$ -nak felel meg. A fotocellás relé egy további, erősáramú relé vagy higanykapcsoló áramkörét zárja, mely a kályha fűtőáramát szabályozza oly módon, hogy az I. ábrán feltüntetett r ellenállást az áramkörbe beiktatja, illetve kikapcsolja.

A kályha áramát az R_1 ellenállás segítségével úgy szabályozzuk be, hogy ha az r ellenállás rövidre van zárva, a kályha hőmérséklete kevéssel a kívánt hőmérséklet fölé emelkedjék, az r ellenállás beiktatásakor pedig kissé az alá süllyedjen. Az r ellenállás értékének alkalmas megválasztásával nagy mértékben növelhető a szabályozó érzékenysége, kiküszöbölhető az a késés, amely a kályha hőtelhetlenségének a következménye.

A szabályozás menete a következő: emelkedjék a hőmérséklet a kályhában: ekkor a kompenzátor G nullműszerre kitér, a fotocella megvilágítást kap. Ennek hatására az előbb említettek szerint a fotocella-relé elenged, az erősáramú relé nyitja az r ellenállás rövidzárát, a kályha árama csökken, hőmérséklete süllyed. Közben a nullműszer mutatója nyugalmi helyzetébe tér vissza, elzárja a fény útját, a kályha újra fűteni kezd. A továbbiakban ez a periódus ismétlődik.

Berendezésünkkel egy 600 W-os izzító kályhán végeztünk méréseket, 400, 600, 800 és 1000°C -on. A kályha hőmérsékletének válto-

zását több órán keresztül figyeeltük. A 2. ábrán látható grafikon ezen mérésekből kiragadott különböző hőmérsékletekhez tartozó 2-2 órás szakaszokat tüntet fel. A grafikon felvétele egy Lindeck-Rothe típusú kompenzátorhoz kapcsolt ellenőrző termoelemmel történt.

Amint a grafikonból kitűnik, berendezésünk a kályha hőmérsékletét a feltüntetett szakaszon $\pm 0.5^{\circ}$ C-on belül tartotta.

Látható, hogy a relé működtetéséhez szükséges legkisebb feszültségnek megfelelő 0.5° C hőmérséklet különbségre mindig üzembiztosan működésbe lépett./ A helyenként látható $\pm 0.5^{\circ}$ C-on belüli kapcsolások feltehetően a hálózati feszültség ingadozásaiból erednek./

Az ismertetett hőmérséklet-szabályozó berendezés az egykristály növesztéséhez használt kályhák hőmérsékletének stabilizálására már megfelelőnek mutatkozott. Stabilizált feszültség alkalmazásával még nagyobb pontosság elérése is remélhető. A berendezés igen egyszerű elemekből, aránylag olcsón kivitelezhető, működése üzembiztos.

ELŐTÉTEL

Zur
Ziel der
durch
durch
betriebs

